

2021-05

العددالأربعون ISSN 4571-466X

40

تقرؤون في هذا العدد

Istanbul Grand Airport

مجلة هندسية متخصصة في مجال النمذجة المتكاملة للمباني



للتواصل معنا





http://bimarabia.com/

BIMarabia@gmail.com

http://www.facebook.com/BIMarabia/

https://twitter.com/BIMarabia

https://www.linkedin.com/company/bimarabia/

لتحميل جميع الأعداد السابقة

http://bimarabia.com/bimarabiamag/

فهارس الأعداد السابقة

http://cutt.us/fepCV

كتاب الطريق إلى البيم



http://bimarabia.com/way/



من بيم أرابيا ؟

BIMarabia

بيم أرابيا مركز أبحاث ونشر متخصص في ال BIM
يشارك فيها متطوعون من كافة الوطن العربي لإثراء المحتوى



بناء الإنسان، المفكر، المهندس، والمعلم العربي وتجهيزه للنهوض بالإمكانيات والطاقات المحلية وإمداد الدراسات وحركات الترجمة إلى ومن اللغة العربية وتكوين مرجع عربي موحد لتخزين وتبادل الخبرات.



مواكبة الفنون والعلوم الهندسية بالعربية وتقديم المعلومة الواضحة للطالب، الخريج، والممارس العربي على حد سواء وإمداد طلاب الهندسة الحاليين بخبرة المختصين وإمداد المختصين بخبرة أصحاب الخبرة العملية.

أهداف المبادرة

مساعدة الباحثين والممارسين عبر الوطن العربي على معرفة وجهات النظر المختلفة حول نمذجة معلومات البناء كأحد المنهجيات المبتكرة في قطاع العمارة، الهندسة، والتشييد. يتم ذلك عبر مساعدة الأفراد على تحسين كفاءتهم المعرفية، التقنية، والفنية، و المنظمات على تعزيز قدراتهم التنظيمية، الإدارية، والتشغيلية أو من خلال تحديث التعليم، استحداث القوانين، التعريف بفوائد الاستخدام في الصناعة ككل .هذا سينعكس على تطوير مخرجات \خدمات هذا القطاع من مباني، منشآت أو بنية تحتية مما سيترافق في تقليل التشرذم في الصناعة زيادة مساهمة المنظمات في الناتج القومي، ورفع إنتاجية العاملين بقطاع الإنشاء.



الفهرس



فريق العمل

الإدارة و الإشراف

عمر سليم

التصميم

م. مصطفى محمد نظير

التنسيق

د. مي عبد السلام
م. نجوى إبراهيم سلامه

المراجعة

د. هيام عمير
م. مرام زيدان
م. مروة عبد الجواد
م. أسيل عبد اللطيف


مطار اسطنبول الكبير
Istanbul Grand Airport
عمر سليم
مؤسس بيم أرابيا



مطار اسطنبول الكبير (Istanbul Grand Airport) IGA

هو أكبر مشروع مطار في العالم، وكان استخدام البيم BIM دور بالغ الأهمية في بنائه. تأسست شركة IGA عام 2013 بهدف إنشاء وتشغيل المطار الجديد.

نطاق المشروع يشمل 4 مراحل. المرحلة الأولى تشمل إنشاء 3 مدارج، محطة تضم 5 أرصفة بمساحة 1.3 مليون متر مربع، مواقف سيارات بمساحة 700000 متر مربع، ومرافق أخرى بالموقع. في نطاق المشروع، سيتم تحقيق الأصول الهامة لمبنى المحطة الرئيسية، الممرات، وأنظمة ممرات الطوارئ ذات الصلة. وفي نهاية استكمال جميع المراحل سيبدأ مشروع خيالي يوفر76 مليون متر مربع من المطارات مع 6 مدارج، يدعم 3500 إقلاع وهبوط يوميًا، 200 مليون مسافر سنويًا، والوصول إلى 350 وجهة حول العالم. يعد المشروع أحد أكبر الاستثمارات في التاريخ التركي الحديث وسيولد للاقتصاد التركي مليارات اليورو الإضافية سنويًا إلى جانب توفير العديد من فرص العمل لآلاف الأشخاص.

المصطلحات المستخدمة : Scheduling, Case study, Project management, Strategic management, Engineering.

استخدام البيم مع الـ lean في مشروع (IGA)

إن تأثير الاستخدام المعزز للتكنولوجيا على الأنشطة اليومية لمديري المشاريع والتأثير النهائي على مخرجات ونتائج المشاريع أمر لا مفر منه. مشروع مطار إسطنبول الكبير (IGA) هو مشروع إنشاء مطار ضخم يتميز بميزات تتجاوز تحديات صناعة البناء، ويجب تصميمه وإنشائه بمواعيد نهائية وميزانيات محددة وتشغيله بعد ذلك بطريقة فعالة. هل يمكن أن يساعد استخدام Lean وBIM في إكمال المشروع في الوقت المناسب والميزانية المحددة ؟ وهل يمكنهم دعم إدارة مرافق المطار بعد التسليم.

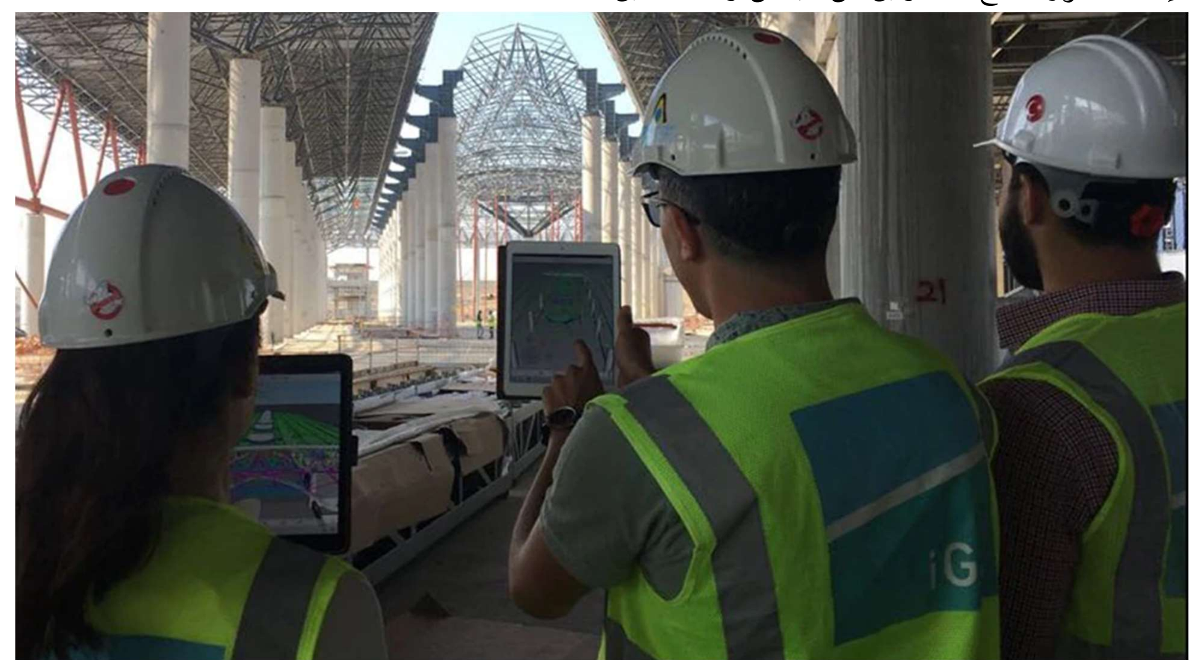
توفر نمذجة معلومات البناء (BIM) العديد من الفرص المالية والإبداعية لشركات البناء، ولتحقيق هذه الفرص تحتاج الشركات إلى تبني تكامل التصميم والبناء الذي سيعززه BIM، سيتطلب ذلك تغييرات في طرق تسليم المشروع project delivery methods، وفي تكوين فريق الشركة. إذا تم تنفيذ BIM بشكل صحيح، يمكنه أيضًا توسيع دور الوظائف (مثل الهندسة المعمارية) في صناعة AEC / O البناء والتشغيل.

لتحقيق فوائد BIM، يجب القيام بدور نشط في توجيه طريقة تنفيذه (Arayici et al.، 2009). لا يزال استخدام BIM من البداية إلى النهاية ومن التصميم إلى إدارة المرافق يمثل تحديًا، لأنه يعالج تنفيذ BIM المتكامل المسمى بالمستوى 2 BIM، مثل هذا المستوى من استخدام BIM لن يكون ممكنًا بدون فهم قوي وتنفيذ مبادئ ال lean. في هذه المرحلة، تمتد مخرجات النموذج إلى ما وراء خصائص العنصر الدلالية لتشمل ذكاء الأعمال ومبادئ البناء الخالي من الهدر lean construction) LC)، السياسات الخضراء، وتكاليف دورة الحياة بأكملها. نتيجة العمليات التعاونية هي نموذج افتراضي مفصل للغاية يشير إلى كل مكون من مكونات المطار. يمكن تحقيق العمل الجماعي التعاوني بدعم من BIM طالما تم تحديد الأدوار والمسؤوليات الجديدة للأطراف الرئيسية مثل المهندسين المعماريين، المقاولين، المقاولين من الباطن، الموردين، العلاقات التعاقدية الجديدة، والعمليات التعاونية المعاد تصميمها.

تم استخدام BIM في جميع المراحل بدءًا من التصميم، والتقدم في البناء والتشغيل مع التحكم في تبني العمليات التكنولوجية المناسبة. يساعد BIM في تنسيق وهندسة جميع التخصصات بدءًا من الهندسة الإنشائية، الهندسة المعمارية، الهندسة الكهربائية، الميكانيكية، وما إلى ذلك في المطار داخل النظام الأساسي الافتراضي. يقدم BIM دورًا استراتيجيًا في إنجاز الهندسة والتصميم لتسريع وتعزيز التصميم والبناء والتي تصبح عاملاً رئيسياً لإكمال المشروع في الوقت المحدد وقبل الموعد النهائي.

إلى جانب ذلك، يدير BIM المقاولين من الباطن بكفاءة ويقلل من أي تجاوزات غير متوقعة للتكلفة مع تقليل الهدر في الموقع. مع BIM، يصبح تنظيم الأشخاص داخل بيئة تعاونية افتراضية أسهل.

يساعد BIM في تحسين مقدار التنسيق بين أفراد المشروع الذين يتألفون من المصممين والمقاولين من الباطن. ومن المزايا المهمة الأخرى تسليم المشروع في غرفة افتراضية، تُعرف أيضًا بإسم BIM Room، لتحسين التنسيق والعمل التعاوني وكذلك إتخاذ القرارات مع المقاولين من الباطن والمصممين.



0

يتم استخدام 150 جهاز iPad لتحقيق كل هذه الفوائد جنبًا إلى جنب مع جميع نماذج BIM المنسقة التي يطبقها مهندسو الموقع. إلى جانب ذلك، يتم أيضًا توفير نماذج ثلاثية الأبعاد، من خلال المخططات التنفيذية ثنائية الأبعاد التي تم التحقق منها من خلال نظام cloud، جنبًا إلى جنب مع البناء في الموقع، يتم أيضًا دمج ضمان الجودة / مراقبة الجودة في نظام cloud، بحيث يمكن لمهندسي البنية الفوقية والبنية التحتية تحقيقها باستخدام أجهزة iPad الخاصة بهم. تحدث كل هذه التطبيقات على منصة Autodesk 360 Field. إلى جانب ذلك، يتيح BIM إمكانية إنشاء نموذج رباعي الأبعاد بالإضافة إلى دمج أكثر من 30000 نشاط في النموذج للحصول على فكرة حول تقدم المشروع كل يوم للتحكم بكفاءة في تقدم المشروع.

يمتلك فريق الموقع نموذجًا صحيحًا تمامًا في متناول اليد حتى قبل بدء البناء. من الأهمية أن ندرك أننا نحقق النجاح في BIM ليس فقط بسبب المزايا التكنولوجية التي يوفرها، ولكن أيضًا بسبب الطريقة التي نجمع بها الأشخاص معًا في بيئة تعاونية افتراضية.



Image courtesy of IGA

بعد الانتهاء من المشروع، سيتم تشغيل المطار لمدة 25 عامًا من خلال مرحلتي التصميم والبناء، بالإضافة إلى مرحلة التشغيل. دور الـ BIM مهم جدًا أيضًا للصيانة . يسهل الـ BIM أيضًا الحصول على جميع المعلومات المطلوبة بكفاءة، وتسوية المشكلات التشغيلية المستقبلية المرتبطة بأنظمة المطارات خلال مراحل التشغيل المسبق والتكاليف والصيانة. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأنه سيتم تشغيل المطار لمدة 25 عامًا بعد اكتماله من قبل IGA consortium، ليس فقط من خلال مرحلتي التصميم والبناء ولكن أيضًا أثناء مرحلة التشغيل، فإن BIM سيلعب دورًا مهمًا. بعبارة أخرى، تجعل فلسفة متطلبات المشروع استخدام الـ BIM في غاية الأهمية لإدارة المرافق بفاعلية من حيث التكلفة واستدامة البنية التحتية للمطار.

يستخدم نموذج BIM لاكتشاف أي تعارضات بين الخدمات، ويتم حل المشاكل والتعارضات قبل التثبيت على الموقع. تطبيقات BIM في الموقع، على عكس ممارسة QA / QC التقليدية، تمكن جميع مهام QA / QC التي تتم معالجتها على أجهزة iPad بطريقة رقمية، دون انتظار أي أطراف لتوقيع المستندات. في المجموع، تم تحديد 3210 إخطارًا بالتفتيش في

فترة عام باستخدام BIM 360 وجلب توفيرًا هائلاً للوقت يعادل حوالي 6420 ساعة عمل، مما يعني 802 يوم عمل للمشروع ؛ وبالتالي، فإن هذا يعني أيضًا توفيرًا كبيرًا في التكلفة. يقود هذا المصممين والمقاولين من الباطن إلى معرفة ومتابعة سير عمل BIM، والذي يعد أحد أهم العوامل الرئيسية لتنسيق المشروع الناجح.

يتم استخراج معلومات D5 من النموذج للمساعدة في توقع تأثير جداول البناء على التكاليف. يتم أيضًا إنشاء نموذج D6 لأهداف الاستدامة. أخيرًا، يقوم الفريق ببناء نموذج 7D لإدارة المرافق / مرحلة إدارة دورة الحياة طوال دورة حياة ما بعد بناء المطار.

الهدف الرئيسي لعملية LC (lean construction) هو تقليل الفاقد وزيادة الإنتاجية والفعالية في عملية البناء، وتشترك طريقة التصميم والبناء الخالية من الهدر في نفس الأهداف مع lean production، على سبيل المثال، تقليل وقت دورة حياة المشروع، القضاء على النفايات، وتقليل التباين، التحسين المستمر والتحكم في سحب الإنتاج والتدفق المستمر هو الاتجاه لتنفيذ LC. الميزة الأكثر قيمة لـ LC هي موثوقية سير العمل وتدفقات القيمة حيث توجد فجوات كبيرة في ممارسات البناء التقليدية، مما يتسبب في الهدر وفقدان القيمة. تواجه صناعة البناء مطالب لزيادة الإنتاجية، الكفاءة، قيمة البنية التحتية، الجودة، الاستدامة، تقليل تكاليف دورة الحياة، المهل الزمنية، والازدواجية من خلال التعاون الفعال والتواصل مع أصحاب المصلحة في مشاريع البناء. لتسهيل التواصل بشكل أفضل داخل الصناعة، من المهم استخدام نفس اللغة المتعلقة بقدرات البيم.

مزايا تطبيق البيم مع lean:

• التخلص من الهدر، والتي سيكون ممكنًا مع BIM باستخدام كشف التعارضات، وإنتاج بدائل لاختيار التصميم الأنسب ومحاكاة الأداء لحلول موفرة للطاقة، فبينما تتطلب الاشتباكات متوسطة الحجم 21 يومًا بمتوسط خمسة عمال، وتتطلب الاشتباكات الصغيرة يومين في المتوسط مع عاملين. في سيناريو التصميم والبناء على أساس طريقة العمل التقليدية، فإن توقع مواجهة هذه الاشتباكات البالغ عددها 600000 سيكلف عادة حوالي 2.5 مليار يورو وأكثر من 10 سنوات من العمل الإضافي في المشروع.

• مشاركة العميل، وهو أمر ممكن باستخدام BIM عن طريق حلول التصور visualization of workflow التي تضمن فهمًا واضحًا للتصميم، التحليل التعاوني للحصول على أفضل النتائج وتحسين التواصل بين العميل والموردين الذين يستخدمون النماذج ثلاثية الأبعاد.

• اتخاذ القرار في أقرب وقت ممكن، النهج القائم على الخيارات، والذي سيكون ممكنًا باستخدام BIM من خلال تصور سير العمل visualization of workflow للتحقق من تعارضات العمليات (الفرق والمهام) وتوفير المعلومات الدقيقة والكاملة للتصنيع المسبق ورسومات التنفيذ shop drawings.

• التسليم بأسرع ما يمكن، التدفق السريع للقيمة وتكرار الاحتياجات، وهو ما سيكون ممكنًا مع BIM عن طريق التوليد الآلي للتغييرات، المواد، الجداول الزمنية، الكميات، سير العمل التعاوني، وتبادل المعلومات.

• تمكين الفريق، تسهيل التزام الفريق وردود الفعل السريعة، والتي ستكون ممكنًا مع BIM عبر مشاركة معلومات دقيقة وكاملة في جميع أنحاء نمط الحياة.

لتوضيح الفائدة دعنا نقارن بمطار Berlin Brandenburg Airport في ألمانيا حيث تم بالطرق التقليدية استغرقت دراسة جدوى المطار ومرحلة التخطيط المسبق حوالي 15 عامًا. بدأ البناء في عام 2006م، وسيستغرق بناء المطار خمس سنوات. كان تاريخ الافتتاح المستهدف 30 أكتوبر 2011م (BER، 2011). ومع ذلك، بعد سبع سنوات من يوم الإطلاق الأصلي المخطط له، لم يتم إفتاح مطار برلين بعد. تم تحديده في الأصل بتكلفة إجمالية قدرها 2 مليار يورو

(2.15 مليار دولار). أحدث تقدير لتكاليف المشروع الإجمالية هو 7.9 مليار يورو، أي ما يقرب من 50 في المائة أعلى من الميزانية المعتمدة البالغة 6 مليارات يورو (The Economist، 2017). الشركة التي تدير المطار، والمملوكة لمدينة برلين وولاية براندنبورغ والحكومة الفيدرالية، تنفق 17 مليون يورو شهريًا على صيانة مبنى المطار الفارغ، بينما تتخلى عن 13 مليون يورو كدخل إيجار. تم حساب مسارات رحلات مطار برلين براندنبورغ وتشير التقارير إلى أنه تم العثور على 66500 خطأ، ووصف 34000 خطأ بأنه "كبير" significant و 5845 عيب "خطير" critical . قائمة أعطال البناء شملت خلل في نظام الحماية من الحرائق، نظام التهوية لا يزال معطلاً، ومواقف السيارات التي بدأت في الإنهيار بعد أسابيع من إكتمالها.

Early design
- Client defined value
- Rapid evaluation of alternatives
- Set based design
- Use lean and BIM based procurement

Design and detail
- Collaborative design
- Joint reviews and clash detection
- Federated/ integrated models
- Early involvement of stakeholders
- Simulation and analysis

Construction
- Model-based collaboration
- Lean and BIM for production planning and control
- Safety planning and review (all stages)

Fit-out and handover
- Asset tagging
- Capture facility information during fit-out
- Accurate as-built model

Facilities maintenance
- Integrating FM system with BIM
- Keeping the maintenance model updated

Source: Dave *et al.* (2013)

وظائف سير ال lean ونمذجة معلومات البناء

BIM Integration

Structure
Steel
Concrete

Architectural
Floor
Door
Wall
Vitrification
Ceiling
Wetcore

MEP
HVAC
Fire Fighting
Plumbing
Electrical
Extra Low Voltage

IT
Access Control System
Baggage Drop System
Carpark Guidance System
Carpark Management System
Common Use Self-Service System
Master Clock System
Video Surveillance System
MATV System
Information Communication Systems
Wi-fi System

Special Airport Systems
Baggage Handling System (BHS)
Passenger Boarding Bridge (PBB)
LET

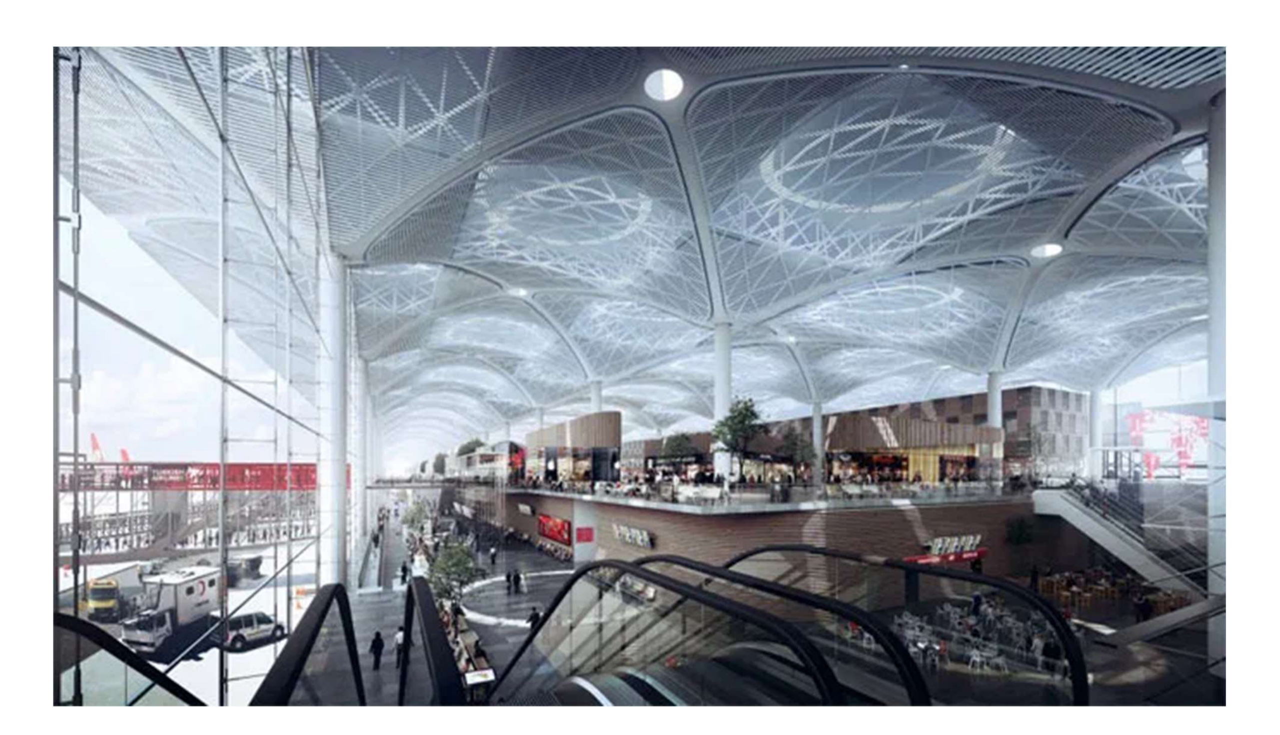
Infrastructure
Infrastructure Lines
Infrastructure Assets

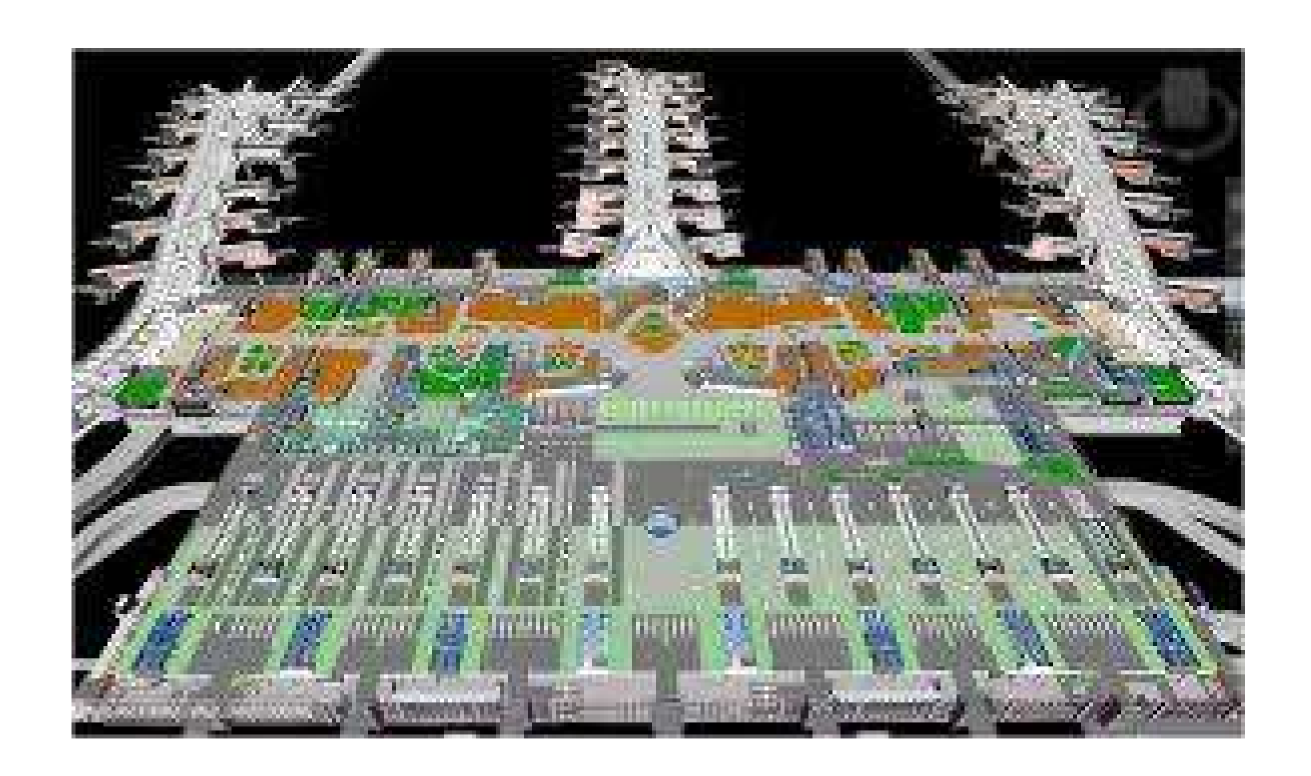
QA/QC
As Built

BIM MODELS AND OUTPUTS
BIM Production Team
LOD 200 - PD2
LOD 300 - IFC
LOD 400 - Shop Drawing
LOD 500 - As Build
BOQ - Regular quantity take off
Clash Report
4D Schedule Simulations

IGA BIM MANAGEMENT TEAM
Bi - Weekly Actual and Planned Program
Planning Department
Clash Report
4D Construction Sequencing
Project Control
Construction Site
BOQ Control on Subcontractors
Weekly BIM Workshops BIM Coordinations

IGA-BIM workflow





مراحل المشروع

تم افتتاح المطار في 29 أكتوبر عام 2018م، ومن المقرر أن يتم بناء المطار على عدة مراحل، وسيتوسع المطار ومرافقه بمرور الوقت.

المرحلة الأولى

- صالة محطة رئيسية مع قدرة ركاب إجمالية بسعة 90 مليون راكب، بمساحة 680.000 م^2 (7.300.300 قدم^2).
- صالة المحطة الثانية بمساحة 170.000 م^2 (1.800.00 قدم^2).
- 88 جسر للطائرات في المحطات.
- مواقف سيارات داخلية بسعة 12.000 سيارة.
- 2 مدارج مستقلة.
- 8 ممرات طائرات متوازية.
- ساحات وقوف الطائرات حوالي 4.000.000 م^2 (43.000.000 قدم^2).
- 3 مناطق للأعمال التقنية.
- 1 برج مراقبة الحركة الجوية.
- صالة كبار الشخصيات.
- محطات للشحن والطيران العام.

- خدمات أخرى بما في ذلك مستشفيات، أماكن الصلاة والعبادة، مراكز مؤتمرات، فنادق، الخ.

المرحلة الثانية

- 2 مدارج.
- 1 ممر طائرات موازي.

المرحلة الثالثة

- صالة ركاب تبلغ سعتها 30 مليون مسافر، تطل على البحر ومبنية على مساحة 500.000 م^2 (5.400.000 قدم^2).
- 1 مدرج هبوط.
- 1 ممر طائرات موازي.
- ساحة وقوف طائرات.

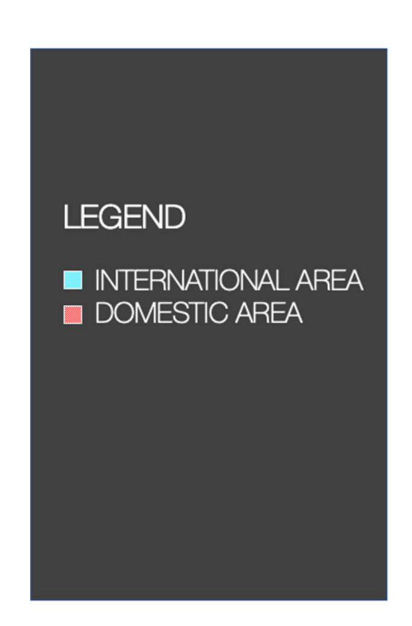
المرحلة الرابعة

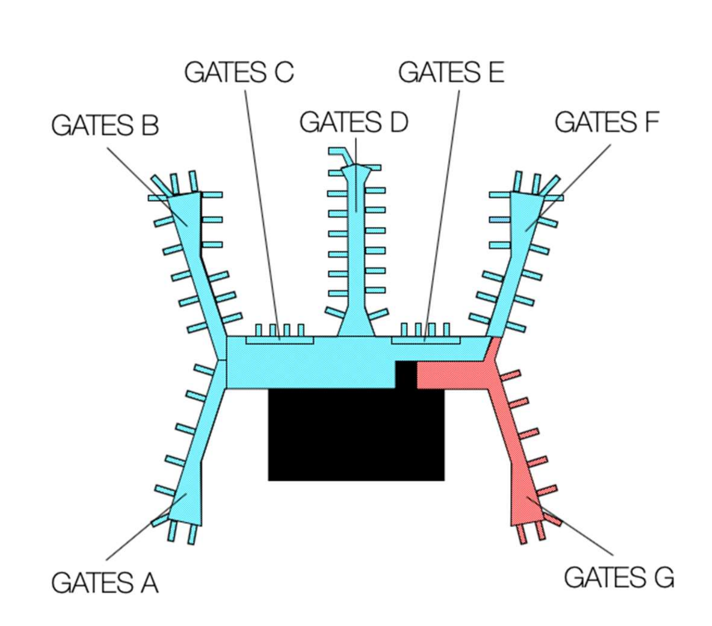
- صالة ركاب تبلغ سعتها 30 مليون مسافر، مبنية على مساحة 340.000م^2 (3.700.000 قدم^2).
- 1 مدرج هبوط.

وعند الانتهاء (متوقع قبل عام 2030م)

- 6 مدرجات.
- 16 ممر طائرات.
- قدرة 150 مليون راكب - قابلة للتمديد إلى 200 مليون .
- منطقة داخلية 1.500.000 م^2 (16.000.000 قدم^2).
- 165 جسور ركاب المسافرين للطائرات في جميع المحطات
- 4 صالات ركاب، مرتبطة بعضها البعض بالسكك الحديدية.
- 3 مناطق للأعمال التقنية.
- 1 برج مراقبة الحركة الجوية.
- 8 أبراج تحكم أراضي.
- ساحات وقوف طائرات تتسع لـ 500 طائرة بمساحة 6.500.000 م^2 (70.000.000 قدم^2).
- صالات كبار الشخصيات.
- محطات للشحن والطيران العام.
- قصر الدولة الرئاسي.

- موقف سيارات داخلية وخارجية بسعة حوالي 70.000 سيارة.
- مركز طبي للطيران.
- طائرات الإنقاذ ومحطات مكافحة الحرائق.
- مباني لمواقف سيارات.
- فنادق.
- مراكز مؤتمرات.
- محطات توليد الطاقة.
- معالجة المياه ومرافق النفايات.





BIM INTEGRATION
Structural
Architectural
MEP
IT
Special Airport Systems (BHS, LET)
Infrastructure
Contractor A
Contractor B
Contractor C
Contractor D
Contractor E
Contractor F
BIM Management Team
BIM Models and Output LOD 200-LOD300-LOD 400-LOD500-BOQ-Clash Reports-4D Simulation
Clash Reports
4D Planning Sequencing
Project Control
BIM Construction Site QA/QC
Weekly BIM Workshops & BIM Coordination

المراجع :

- Koseoglu, Ozan, Mehmet Sakin, and Yusuf Arayici. "Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project." Engineering, Construction and Architectural Management (2018).
- Koseoglu, Ozan, and Elif Tugce Nurtan-Gunes. "Mobile BIM implementation and lean interaction on construction site." Engineering, Construction and Architectural Management (2018).
- Arayici, Yusuf, Ozan Koseoglu, and Mehmet Sakin. "Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project." (2018).



KPI

عمر سليم
مؤسس بيم أرابيا

مؤشرات الأداء الرئيسية

تعد مؤشرات الأداء إحدى تقنيات قياس نجاح أداء المنظمات المستخدمة مع برامج الجودة والتطوير التنظيمي للمنشآت الحديثة، ومن خلالها يتم التعرف على قدرة المنشـأة على تحقيق أهدافها المحددة من خلال اسـتراتيجيتها، ويتم قياسـها بناءاً على معايير تُحدّدها طبيعة مهام ونشاطات المنشـآت سـواء آكانت تعليمية ، صحية ، خدمية، صناعية، زراعية ، أو تقنية. كما أن قياس هذه المؤشرات تســتخدم عدة طرق فنية أو إدارية أو تقنية لتحديد هذه المؤشرات في قياس الأداء وأعمال هذه الشرـكات أو المؤسـســات. وتعتبر مؤشرات الأداء الرئيسـية في منشـآت الأعمال اليوم مؤشرات قيمة لتقييم التقدم المُحقّق بشكل سريع باتجاه أهداف يمكن قياسها.

Project Dash Boarding in Perkins+Will



Power BI – Josh Moore

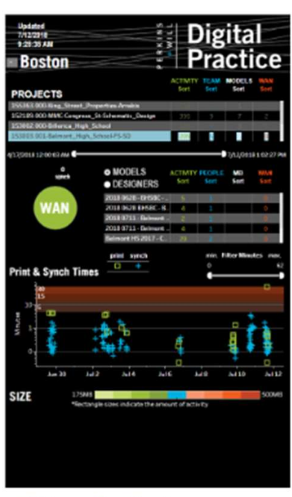


Tableau – Dan Chasteen

1- أهداف ذكيّة (SMART Objectives)

محددة . Specific

قابلة للقياس . Measurable

قابلة للتحقيق. Achievable

ذات صلة. Relevant

مُحدَّدة الوقت. Time Based

2- مقاييس (Measurements)

تخيل أنك تقود سـيارة بدون dashboard ، وبدون معرفة سرعتك "عداد السرـعة"، ومقياس البنزين، بدون مصـباح فحص المحرك.

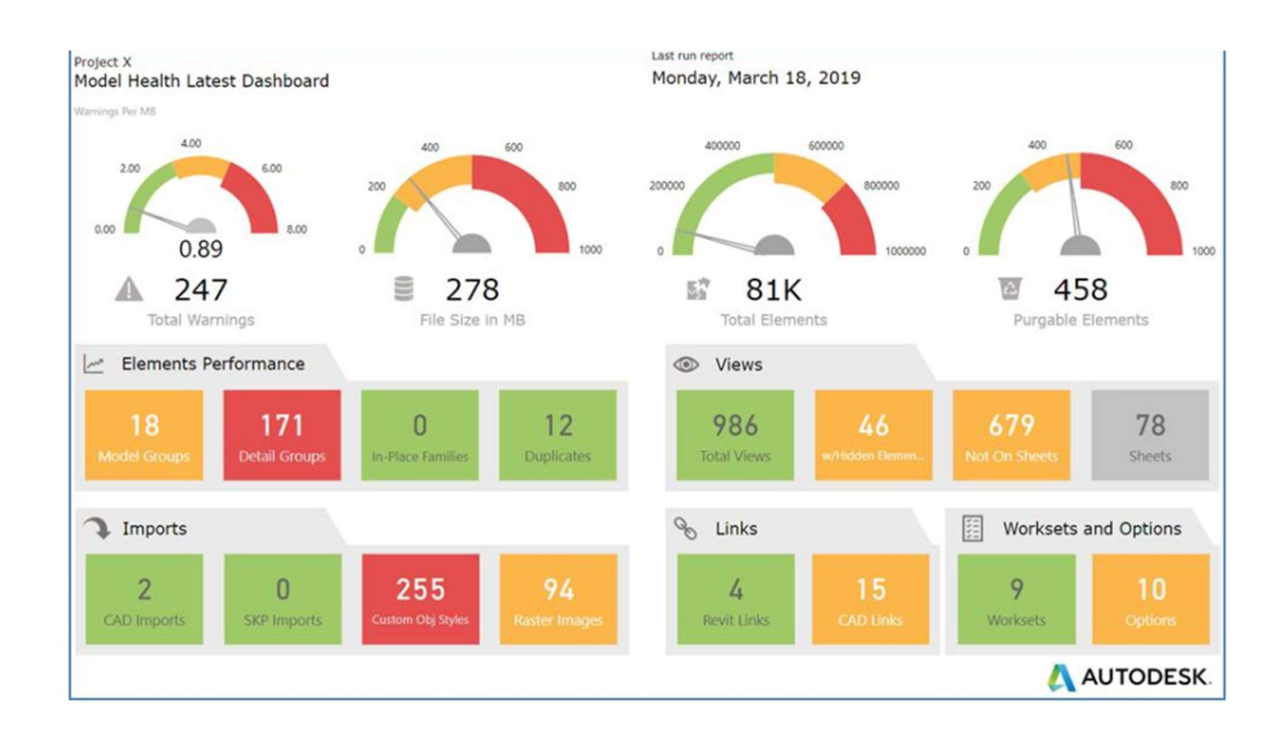
لهذا نحتاج لوحة القيادة dashboard و هي أداة مرئية تمنحك نظرة عامة سريعة على مشروعك. تُستخدم لوحات المعلومات لقياس مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs). يمكنها قياس أي جانب من جوانب مشروعك، بشرط أن يكون لديك البيانات.

يجب تحديث لوحات المعلومات تلقائياً أو على الأقل بسهولة شديدة، مع القليل من المدخلات المطلوبة من المستخدم. كما هو الحال في سيارتك، لا تريد أن تعرف مدى سرعتك الأسبوع الماضي، فأنت بحاجة إلى معرفة مدى سرعتك في هذه اللحظة.

كيفية إنشاء لوحة القيادة؟
تتطلب لوحات المعلومات شيئين : بعض البيانات وطريقة لتقديم هذه البيانات وتصورها. إذا كنت تستخدم BIM، فيمكنك بسهولة تصدير بيانات البناء إلى ملف Excel باستخدام الجداول الزمنية أو من خلال أداة مثل Dynamo.
هناك عدد من الأدوات المُخصَّصة لإنشاء لوحات المعلومات، مثل Tableau و Power BI.

Power bi desktop شرح ذكاء الأعمال BI Business Intelligence
https://www.youtube.com/watch?v=vnmdflPN8DE&list=PLNMim060_nUJSv3RZm-859qopUVmRjFQk

شرح الديناموو
https://www.youtube.com/watch?v=vaCab9Yq7K0&list=PLNMim060_nULjpgFcq3xU9W7XGaq5X1cs



يمكن وضع بعض المؤشرات لقياس جودة النموذج مثل

- Open and sync times وقت الفتح والمزامنة
- Navigation and editing speed وقت التجول والتعديل
- Ease of authoring سهولة إنشاء عناصر

العناصر التي تؤدّي إلى مشاريع جيدة الإدارة (على الأقل من وجهة نظر التكنولوجيا) هي:

- Project planning تخطيط المشروع
- Project maintenance صيانة المشروع
- Good project templates قوالب مشروع جيدة

الأساس الذي تحتاجه فرق المشروع للتعاون وبناء مهام Revit (القوالب الجيدة هي بداية مشروع سليم) . تنشئ قوالب سير العمل الخاصة بهم. وكحد أدنى، يجب أن تتضمن القوالب معايير أساسية مثل الرسومات وأنماط الخطوط وأنماط Graphics، line styles، line patterns، text styles، dim النص وعلامات الأسهم والتعليقات التوضيحية. styles، arrows tags and annotations .

- Easy availability of appropriate content سهولة توافر المحتوى المناسب
- Team skills and training matching project tasks مهارات وتدريب الفريق بما يتناسب مع مهام المشروع
- Disaster prevention (toxic actions prevention منع الكوارث
- Automation of repetitive processes أتمة العمليات المتكررة

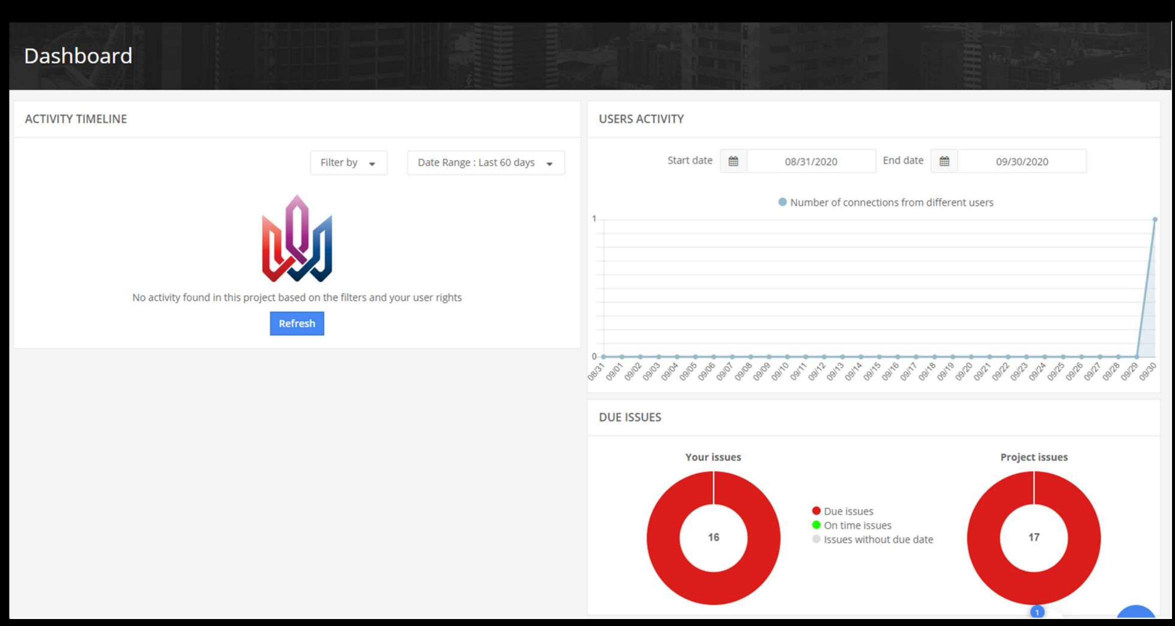


قياس الأداء من bentley ProjectWise

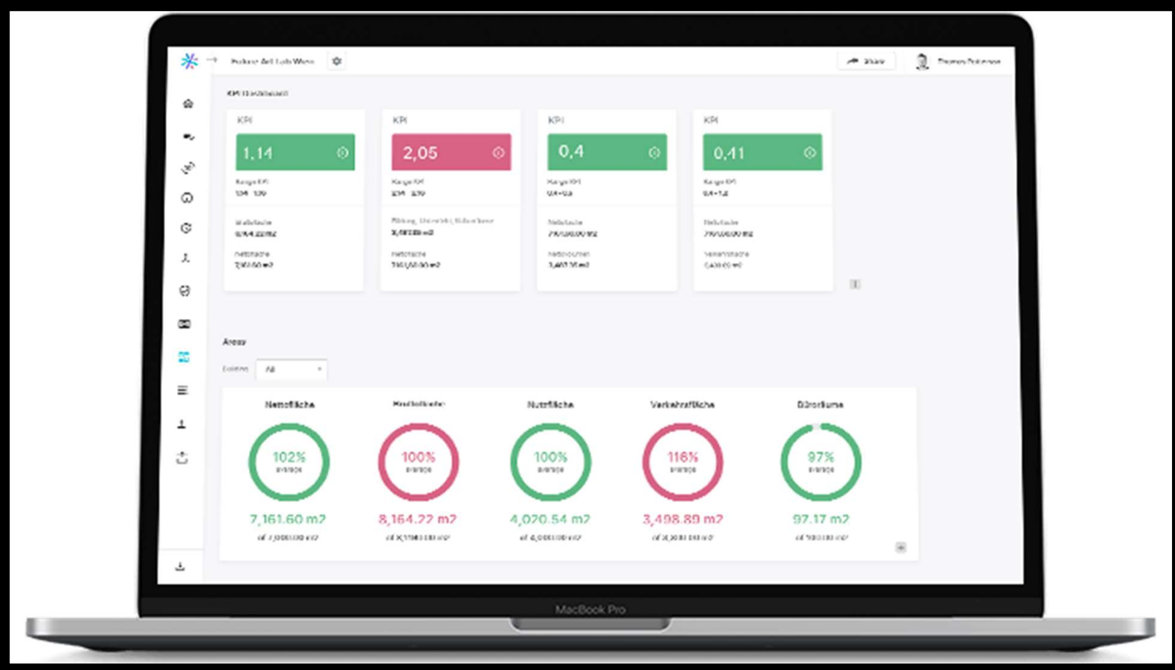
العناصر التي يجب قياسها في النموذج

- File size حجم الملف
- Project data structure
- Elements contained in the project (views، groups، in-place families) العناصر التي يحتوي عليها المشروع
- Warnings (number، severity التحذيرات: رقمها و نوعها

- Open and sync times وقت الفتح والمزامنة
- Red flag (WAN alerts، 20-mile) التنبيهات
- Hardware info and free space on the disk معلومات الأجهزة والمساحة الفارغة على الهارد
- Trends over time التسليمات والوقت المتأخر
- Additional considerations (connectivity، Revit server and accelerators، cloud) إعتبارات أخرى مثل سرعة الإنترنت



مثال من موقع bimtrack



مثال من موقع https://bimspot.io/

فرق المشروع

لعل أهم جزء في نجاح المشروع هو الفريق. و يمكن أن يكون هناك الكثير من البرامج المختلفة المستخدمة في أي مشروع، ولديك طريقة لتقييم هذه المهارات ومراقبتها والارتقاء بها. هناك ثلاثة جوانب مختلفة يمكن أن تُوجِّهك في التخطيط وتقديم التدريب الأكثر كفاءة وهي:

مؤسَّسِيّة

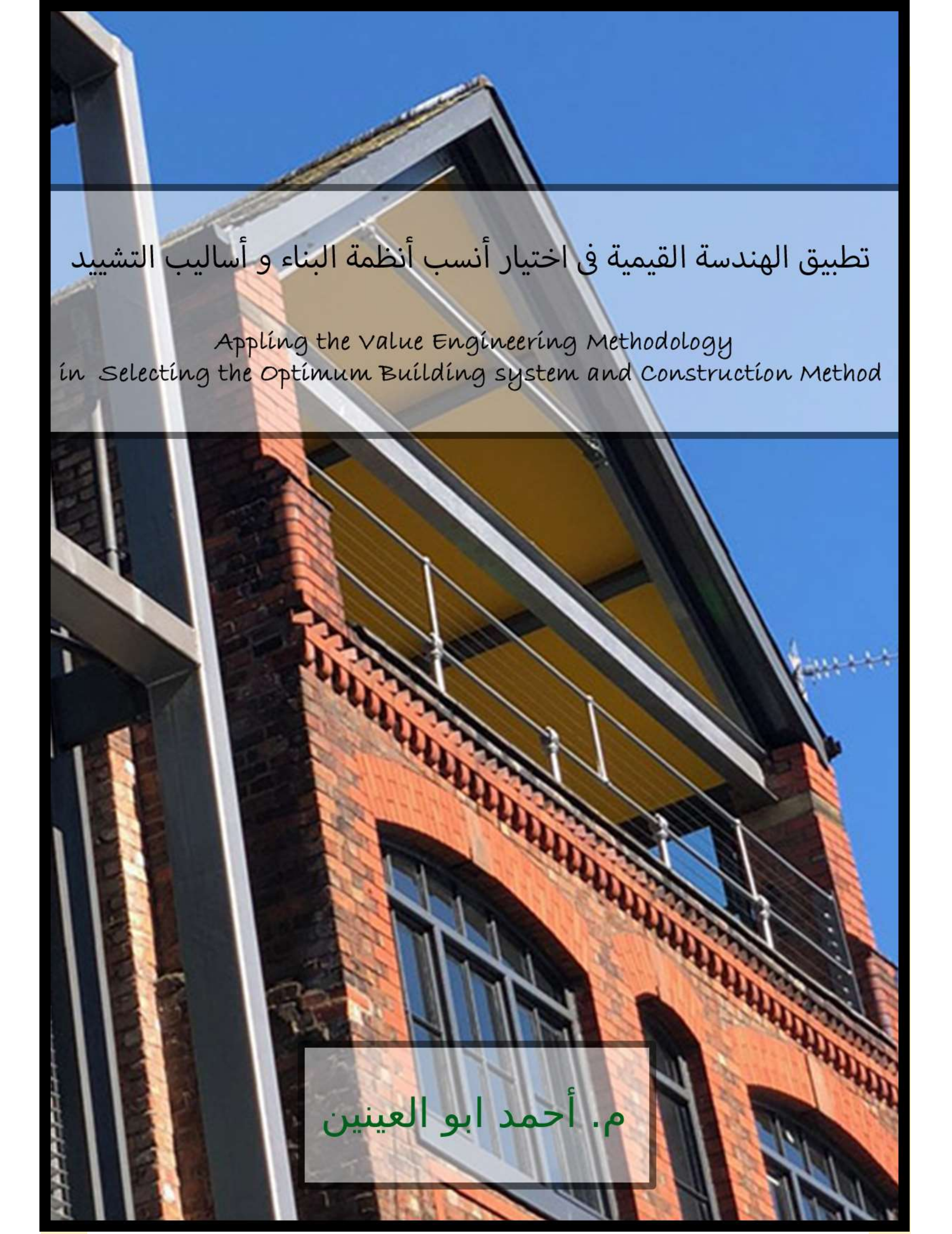
- كم عدد سنوات استخدام البيم في مكتبك
- نوع وحجم المشاريع.
- تدفقات العمل المسجّلة. ترك الموظّفين للمكتب

فرد

- التخطيط التدريب الجماعي أو الفردي.
- أدوات تقييم OOTB.
- تقييم ذاتي.
- تقييم بمساعدة مدير BIM.
- جزء من عملية التوظيف / الإعداد.
- التحديث مع تطور مهارات المستخدمين.
- الدعم من الأعلى.

تقييم مهارات الفريق لمشروع

- تشكيل فرق وظيفية على أساس مهام المشروع.
- التخطيط لتدريب JIT (في الوقت المناسب) للفرق.



تطبيق الهندسة القيمية فى اختيار أنسب أنظمة البناء و أساليب التشييد
Appling the Value Engineering Methodology
in Selecting the Optimum Building system and Construction Method
م. أحمد ابو العينين

تطبيق الهندسة القيمية في اختيار أنسب أنظمة البناء وأساليب التشييد

نظراً لأن مشاريع التشييد تستحوذ على الجانب الأكبر من اقتصاد أي بلد، كما أن جزءاً كبيراً من الميزانية يُوجّه لتلك المشاريع و التي يُقاس بها مدى تقدم الأمم ونضجها، لذا كان لابد من الاهتمام بقطاع التشييد وإزالة أي مُعوِّقات قد تكون سبباً في تأخير أو إلغاء مشاريع التشييد، وعلى رأس هذه المُعوِّقات تأتي مشكلة ميزانية وتكلفة المشروع والتي قد تكون باهظة للدرجة التي تجعل مالك المشروع يعدِل عن تنفيذ مشروعه أو على الأقل يُؤجِّله إلى حين توفُّر السيولة !

كما أن الاستغلال الأمثل للموارد وكون أن أحد الموارد الخمسة (المواد – المعدات – العمالة – السيولة النقدية – الزمن أو الوقت) هو مورد المواد الذي يمثل تقريبا %50 من نسبة تكلفة البند، وسنتعامل أيضاً مع باقي الموارد. وإذا تحكمنا فى مطالب الوظائف الأساسية الضرورية فقط في تنفيذ البند وبالتالي باستخدام ما وصل إليه العالم من تطوُّر فإننا نتحكم فى نسبة الهالِك ويؤثِّر ذلك مباشرة فى تحسين صناعة التشييد.

ومن خلال خبرتي العمليّة في منطقة الخليج العربي لأكثر من عشرين عاماً (20 عاماً)، سواء فى مجال المقاولات أو الاستشارات أو إدارة المشروعات، لاحظت أن جميع المشاريع التي عملت بها كان من الممكن أن يتم تخفيض تكلفة إنشائها (مع المحافظة على الوظائف الرئيسية والجودة المطلوبة) بنسبة كبيرة تتراوح ما بين 10 % إلى أكثر من 25 % ، إذا ما تم تطبيق الهندسة القيمية على هذه المشاريع قبل تنفيذها.

إن الهندسة القيمية ذات مفهوم واسع ولا تعني الهندسة القيمية تلك الآلات أو المُخطّطات ورسم الأشكال، وإنما الهندسة القيمية هي هندسة وظيفية، أي إعادة دراسة أداء ووظيفة المنتج أو المشروع لتحسين الجودة والأداء والخروج بأقل تكلفة.

ولا يُشترط أن تكون الدراسة ذات هدف واحد وهو تخفيض التكلفة (كما قد يتبادر إلى أذهان الآخرين وهو أنها لتخفيض التكاليف فقط أو العمل في حدود الموازنة)، وإنما هدفها هو التقليل من الإسراف والتبذير بشكل مُبسَّط وحتى من الممكن أن تساعد على رفع جودة المنتج أو المشروع وزيادة العمر الافتراضي له.

وفي هذا المقال سنتعرض الى جزئية خطيرة ومؤثرة في القيمة المالية لتكلفة المشروع، حيث يُمثّل الهيكل الخرساني نسبة تتراوح بين (35 % إلى 45 %)، لذلك سنستخدم الهندسة القيمية في البحث عن الأسلوب الأنسب والأمثل في اختيار نظام الإنشاء و تأثير ذلك على نسبة الإنجاز والتكلفة و جودة العمل.

و تتلخّص أهداف المقال في النقاط التالية :

1. يُعْنى المقال بالمقام الأول في المساعدة على إختيار نوع النظام الإنشائي الأنسب لمشروع التشييد.

2. بيان دور الهندسة القيمية في اختيار البديل الأنسب لنظام الإنشاء لمشروع التشييد المقترح.
3. توضيح أسس المقارنة بين الوظائف والدوال لأنظمة التشييد المختلفة.
4. تحديد أنواع الأنظمة الإنشائية المستخدمة في تشييد وتنفيذ الأسقف الخرسانية.

دراسة تطبيقية على أحد المشاريع المنفذة بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنوّرة وهو مشروع إنشاء مبنى كلية الشريعة

النتائج والتوصيات :

- المشكلات القائمة التي تم رصدها بالمشروع محل الدراسة وحلولها المقترحة .
- النظرة المستقبلية للهندسة القيمية و الأمل أن تكون أسلوب حياة للمجتمع ككل في جميع المجالات.
- التوصيـات

و قبل الخوض في المثال التطبيقي نستعرض في الشكل التالي عزيزي القارئ – عزيزتي القارئة / النسب المئوية لمدى تأثير العناصر المختلفة على تكلفة المشروع .

فوائد تطبيق دراسات الهندسة القيمية في مراحل المشروع الأولية:

1) توفير تكلفة إعادة بعض أعمال التصميم أو إعادة التصميم مرة أخرى .

2) توفير الوقت اللازم لإعادة التصميم أو أجزاء منه.

3) سهولة تطبيق مقترحات دراسات الهندسة القيمية.

4) زيادة فرصة الموافقة على مقترحات الهندسة القيمية من قبل المالك أو الإدارة العليا.

5) الارتقاء النوعي للمشروع من خلال رفع القيمة وخفض التكلفة الكلية.

و الآن نبدأ في عرض الحالة الدراسية : Case study

مبنى كلية الشريعة بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة وسيتم التركيز على طريقة تنفيذ وتشييد الأسقف الخرسانية.

Project Description وصف المشروع

The construction of building in the Medina Munawara with an area of 10,000 m2 the building consists of basement, ground floor, and 2 typical floors (The building divided by 5 Expansion joint & Slab is waffle slab system & Executed main road & branches inside Islamic university & Finish landscape around faculty of sharia

We consider 2 panels by 3 panels.

The span is 9.60 m. in both directions.

Our study is comparing between different methods of design & executed the framing floors.

The function of redesign the framing floors (Slabs & Beams) to obtain the safe, Workability, economical & minimum time of execution by the minimum cost.

So, we are studies the alternative of the different design methods
As:

البدائل المقترحة:

و الآن نبدأ في عرض التصميم لنموذج البلاطة المأخوذ في الاعتبار لكل من البدائل للحلول المقترحة

1. Flat Slab.
2. Waffle Slab.
3. Paneled Beams.
4. Hollow core.

ملفات الحلول الإنشائية:

تم الحل الإنشائي للبدائل المختلفة بالبرامج الإنشائية المستخدمة فى الحل برنامج SAIF وبرنامج SAP و قد اخْتصَرَت كثيراً من مخرجات النتائج للبرامج الإنشائية المختلفة سواء من ناحية توصيف المنشأ أو الجداول المخرجة وكذلك أشكال العزوم والقوى الداخلية، وركزت على سلامة التصميم والجداول المعنية بكميات حديد التسليح المستخدم و كميات الخرسانة.

ملفات الحصر :

ملفات الحصر لكميات الخرسانة لكل من الكمرات والبلاطة الخرسانية وكذلك كميات حديد التسليح منسوبة للمتر المكعب من كمية الخرسانة الإجمالية.

معايير المقارنة للوظائف:

و قد اقترحنا معايير المقارنة بين البدائل للوظائف التالية:

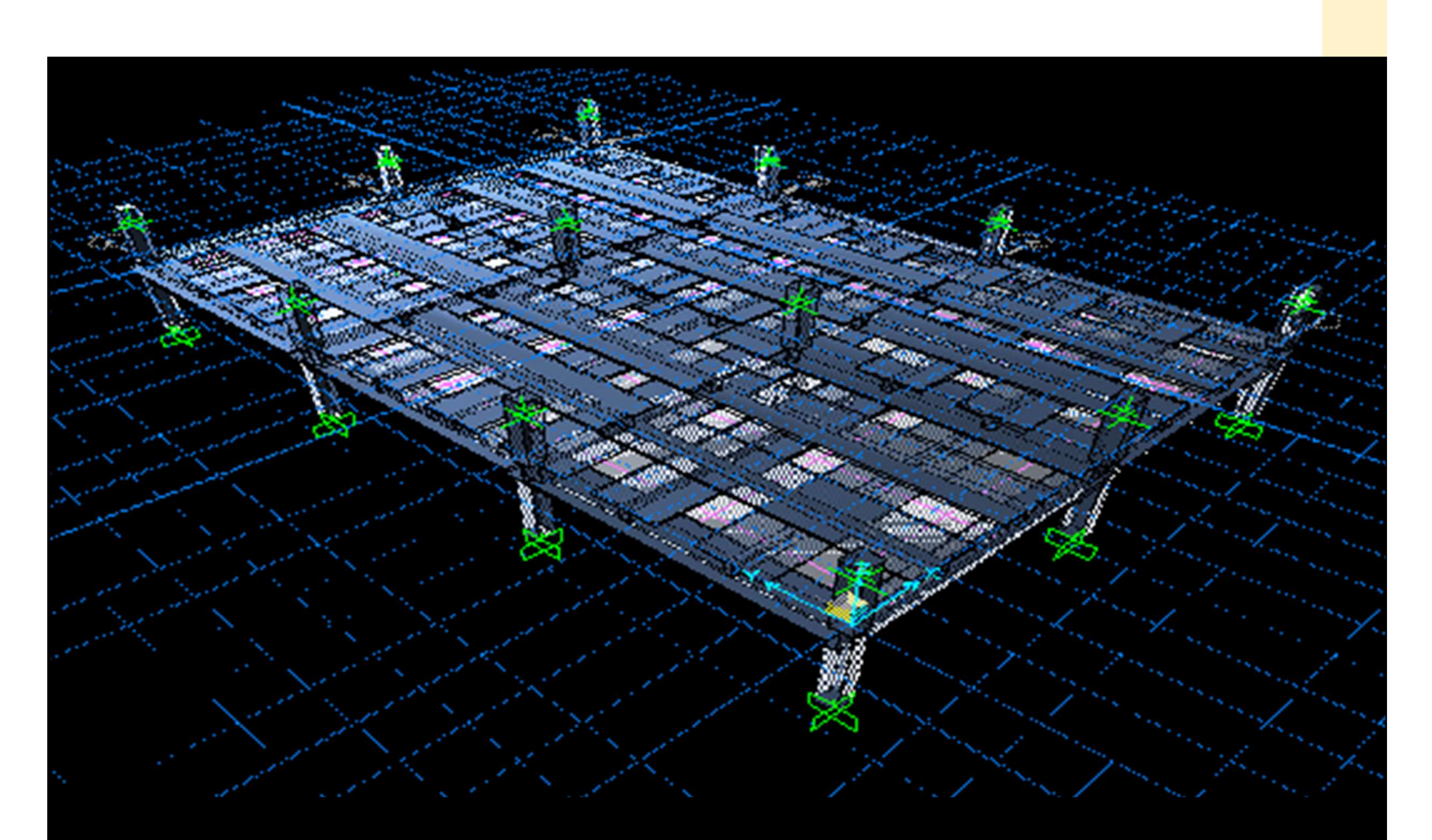
- كمية الخرسانة لكل نظام على حِدَى.
- وزن الحديد في المتر المكعب منسوباً للمتر المسطح.
- سهولة التنفيذ.
- تكلفة الشَدّة.
- زمن فك الشَدّة .
- إعادة استخدام الشَدّة .
- إمكانية التعديل لفتحات الإلكتروميكانيك. (Sleeves)
- نسبة حجم الخرسانة لمساحة المتر المربع .

طريقة حساب سعر التكلفة للخرسانة :

و قد تطرّقنا لدراسة السعر على الأسس الآتية:

- سعر المتر المكعب من الخرسانة.
- سعر طن حديد التسليح.
- سعر تكلفة الشَدّة للمتر المكعب ثم ينسّب للمتر المسطح.
- سعر تكلفة الصب منسوبا أيضاً لحجم الخرسانة للمتر المسطح.
- سعر تكلفة الونش البرجي فى تنفيذ الأعمال للمتر المكعب منسوب للمتر المسطح.
- سعر المصنعية.
- سعر استهلاك سلك الرباط.
- سعر استهلاك المسمار.
- سعر استهلاك عبوات waffle.
- سعر المتر المسطح من Hollow Core .

و الآن نبدأ فى سرد الحلول للبدائل المختلفة

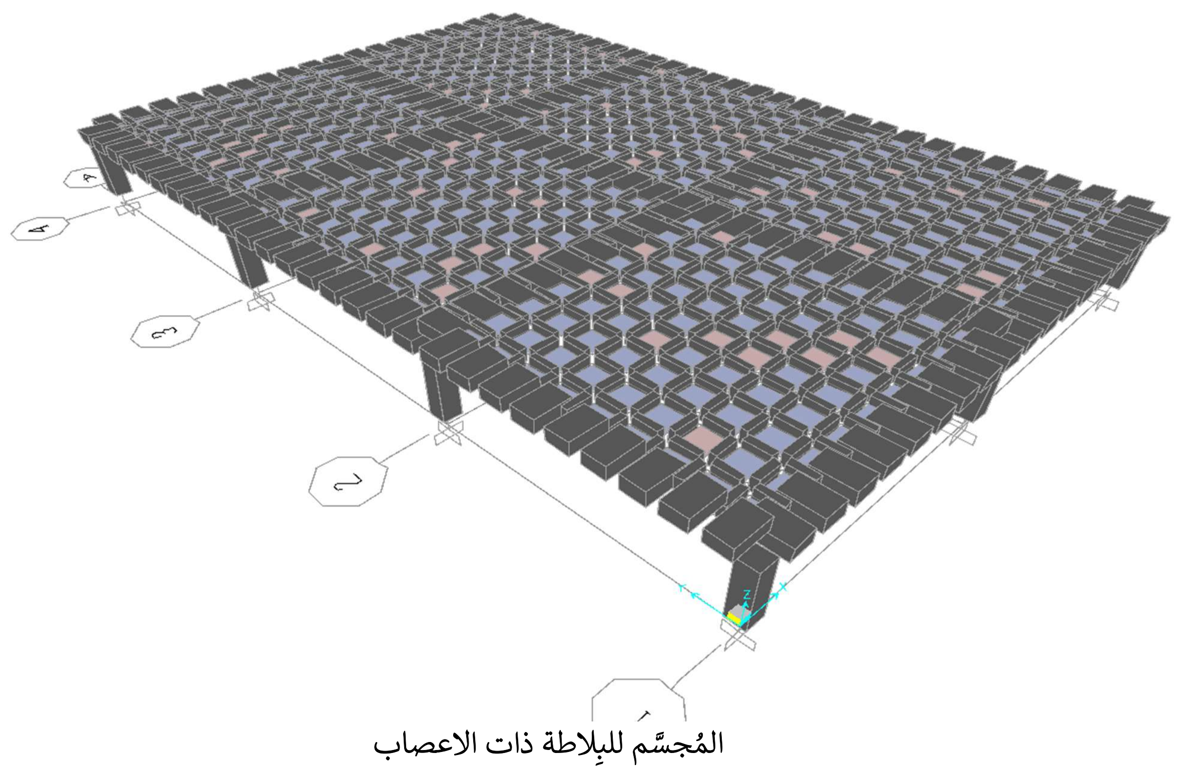


المنظور المجسم للبلاطة المُسطَّحة

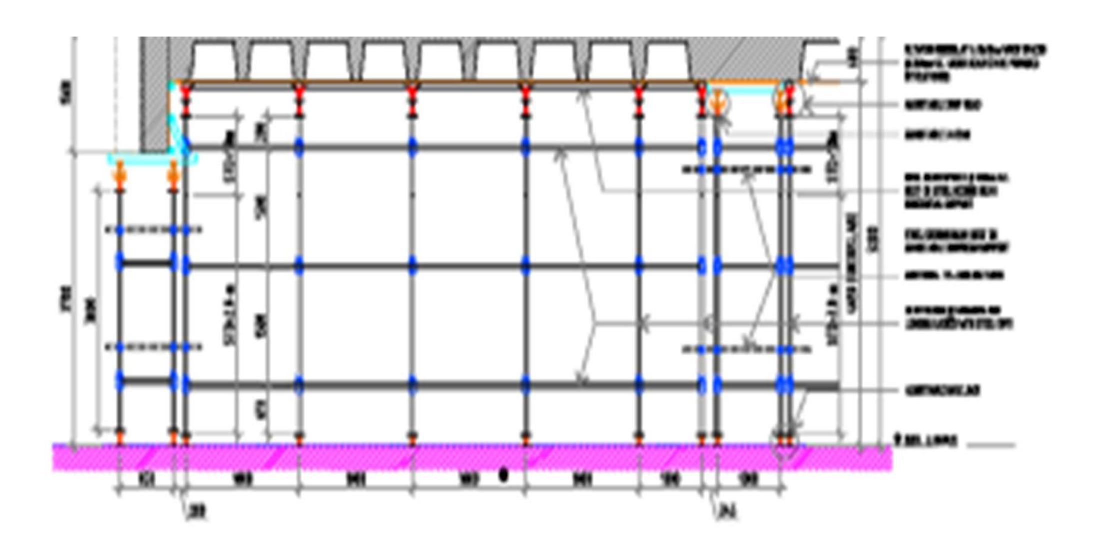
Alshrea Faculty, Islamic University

SAP2000 Analysis Report

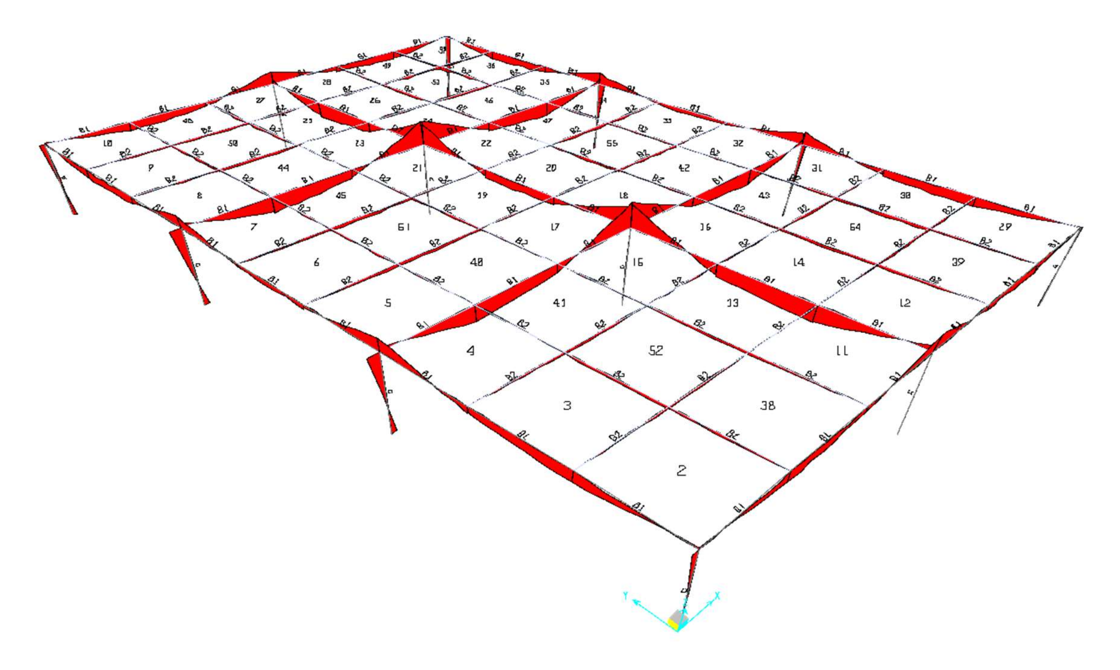
Model Name: waffel.SDB



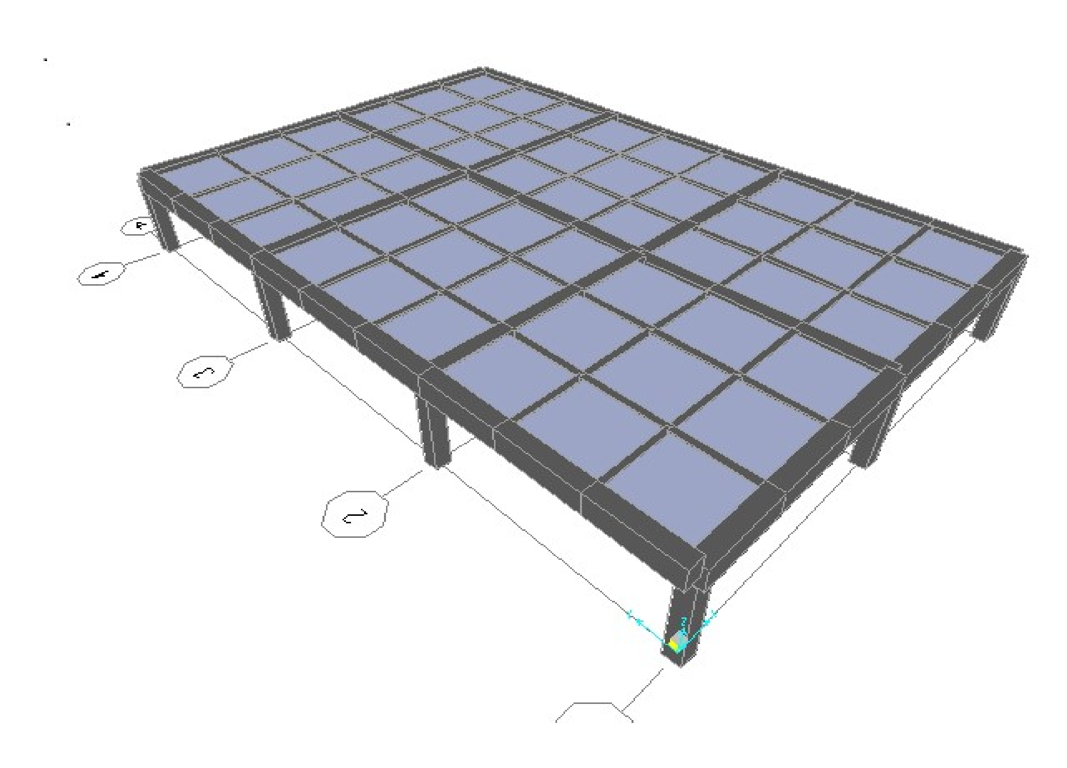
المُجسَّم للبِلاطة ذات الاعصاب



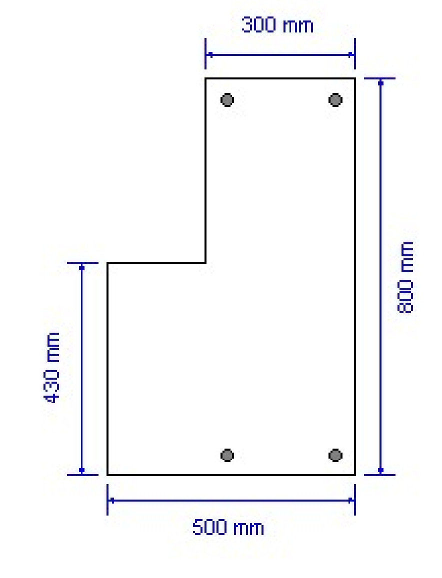
قطاع رأسي فى الشَدَّة المعدنية



قِوى عزوم الإنحناء للبلاطة ذات الكمرات المتقاطعة



شكل المنظور المُجسم للبلاطة ذات الكمرات المتقاطعة



Geometric Properties

Combination = Overall Envelope
Beam Label = BL001
Section Property = B
Length = 9.75 m
Flange Width = 500 mm
Web Width Top = 300 mm
Web Width Bottom = 300 mm
Flange Depth = 430 mm
Distance to Top Rebar Center = 40 mm
Distance to Bot Rebar Center = 40 mm

Material Properties

Concrete Comp. Strength = 30 N/mm2
Concrete Modulus = 26667.31234 N/mm2
Longitudinal Rebar Yield = 400 N/mm2
Shear Rebar Yield = 400 N/mm2

Calculate Quantities						
Flat slab	Units	No	Dimension			Total
			L	W	D	
Slab	M3	6	10.2	10.2	0.3	187.272
Drop		2	2	2	0.15	1.2
Beam		6	9.6	0.3	0.3	5.184
Total						193.656

Bill Quantities of reinforcement		Ratio
Slab	13.388	Kg/m3
Beams	2.171	
Total	15.559	80.34

بيان كميات حديد التسليح بالمتر المكعب من الخرسانة
جدول يبين كمية الخرسانة و كمية حديد التسليح المستخدم فى البلاطة المسطحة

Calculate Quantities						
Panelled Beams	Units	No	Dimension			Total
			L	W	D	
B1	M^3	12	9	0.3	0.5	16.2
B2		36	2.9	0.3	0.5	15.66
B3		8	9.6	0.6	0.8	36.864
B4		9	9	0.6	0.8	38.88
Slab		6	9.6	9.6	0.1	55.296
Total						162.9

Bill Quantities of reinforcement		Ratio
Beams	9.061	Kg/m^3
Slab	3.111	
Total	12.172	74.72

جدول يبين كمية الخرسانة وكمية حديد التسليح المستخدم فى الكمرات المتقاطعة

Calculate Quantities						
Hollow Core	Units	No	Dimension			Total
			L	W	D	
B1	M3	12	9.6	0.3	0.74	25.57
Leg		12	9.6	0.2	0.43	9.91
B2		5	9.6	0.3	0.74	10.66
Slab		6	9.6	9.6	0.06	33.18
Total						79.32

Bill Quantities of reinforcement		Ratio
Beams	5.591	Kg/m^3
leg	3.111	
slab	2.616	
Total	11.318	142.70

جدول يبين كمية الخرسانة وكمية حديد التسليح المستخدم فى بلاطة الهولي كور

حساب إجمالي مسطح السقف الخرساني:

Total area = 2 * 3 * 9.6 * 9.6 = 552.96 m^2

بيان أسعار مفردات التشييد والتنفيذ للخرسانة :

Rate of concrete / M3	240 S.R.
Rate of reinforcement /ton	2500 S.R.
Rate of shuttering /m2	160 S.R.
Rate of Tower crane /hour	125 S.R.
Rate of tie wire /kg	3 S.R.
(1 Kg of tie wire → 192 Kg of reinforcement)	
Rate of pouring /M3	60 S.R.
Rate of H.C, /m2	130 S.R.
Rate of deportation of waffle	20 S.R.

حساب إجمالي السعر للخرسانة للبدائل المختلفة :

جدول يبين مقارنة قيمة التكلفة بين البدائل المختلفة

Compare of cost between alternative

Alternative	Quantity Of Concrete by M^3	B.Q. Of Reinfor. by ton	Quantity. Of Concr. M^3 / m2	Bill Quantity. Of Reinforcement Kg / m2	Rate Of Concrete	Rate of Reinfor.	Shuttering	deportation of Waffle	Rate Of H.C	Tower crane	Tie Wire	Pouring	Total
Flat slab	193.66	15.559	0.35	28.14	84	70	56			44	0.44	21	276
Paneled Beam	162.9	12.172	0.29	22.01	71	55	47			37	0.34	18	228
Hollow core	79.32	11.318	0.14	20.47	34	51	23		130	18	0.32	9	265
Waffle slab	247.5	15.057	0.45	27.23	107	68	72	9		56	0.43	27	339

و قد تم بناء الدراسة السابقة بناء على معايير المقارنة بين البدائل للوظائف التالية:

- كمية الخرسانة.
- وزن الحديد في المتر المكعب منسوباً للمتر المسطح.
- سهولة التنفيذ.
- تكلفة الشدة.
- زمن فك الشدة.
- إعادة استخدام الشدة.
- إمكانية التعديل لفتحات الالكتروميكانيك.(Sleeves)
- نسبة حجم الخرسانة للمسطح المتر المربع.

وقد أخذنا في الاعتبار عند دراسة السعر الأسس و المعايير التالية:

- سعر المتر المكعب من الخرسانة.
- سعر طن حديد التسليح.
- سعر تكلفة الشدة للمتر المكعب ثم يُنسَّب للمتر المسطح.
- سعر تكلفة الصب منسوبا أيضاً لحجم الخرسانة للمتر المسطح.
- سعر تكلفة الونش البرجي في تنفيذ الأعمال للمتر المكعب منسوب للمتر المسطح.
- سعر المصنعية.
- سعر استهلاك سلك الرباط.
- سعر استهلاك المسمار.
- سعر استهلاك عبوات waffle.
- سعر المتر المسطح من Hollow Core .

Weighted Evaluation — ***Analysis Matrix***

Project :

Date :26/03/2016

VE NO. : 01

☐ Architectural ☐ Structural ☐ Mechanical ☐ Electrical

How Important

4= Major Preference

3= Above Average Preference

2= Average

1= Slight Preference

Letter / Letter
No Preference
Each Scored One Point

Criteria

Criteria Scoring Matrix

- A.Volume Of Concrete------(1)
- B.Ratio of Reinfrcement ---(1)
- C. Easyness-----------------(.5)
- D. Safety------(0.5)
- E. Period of De Shuttering-(1)
- F. Modification of Sleeves--(.5)
- G. Reuse ------------------(1)

Pairwise comparisons:

	B	C	D	E	F	G
A	A B	2 A	2 A	A E	2 A	A G
B		2 B	2 B	B E	2 B	B G
C			C D	C F	C F	2 G
D				2 E	D F	2 G
E					2 E	E G
F						2 G

Analysis Matrix / Alternatives	G	F	E	D	C	B	A	Total Function	Cost	Value Engineer	
Raw Score	9	2	9	2	2	9	8				
Weight of Importance (0 -10)	10	3	10	3	3	10	9				
1. Waffel Slab	5 / 50	4 / 12	5 / 50	3 / 9	5 / 15	3 / 30	3 / 27	193	339	0.569	1.756
2. Panelled Beams	2 / 20	5 / 15	1 / 10	4 / 12	1 / 3	3 / 30	3 / 27	117	228	0.513	1.949
3. Flat Slab	2 / 20	5 / 15	1 / 10	4 / 12	5 / 15	2 / 20	4 / 36	128	276	0.464	2.156
4. Hollow Core	2 / 20	1 / 3	4 / 40	1 / 9	2 / 6	4 / 40	5 / 45	163	265	0.615	1.626

جامعة حلوان

م / أحمد أحمد حسن أبو العينين

أ.د/ أحمدعبد العليم | أ.د / عادل السمادونى

Now we can consider the flat slab as value engineering is the best solution

5 = Excellent *4 = Very Good* *3 = Good* *2 = Fair* *1 = Poor*

مصفوفة الأوزان :

تقييم مصفوفة الأوزان :

من خلال تقييم الدراسة لأنواع الأسقف للبدائل المقترحة كما سبق الإشارة إليها و هي:

(Flat slab – Waffle Slab – Paneled Beams – Hollow core) في تشييد وكيفية تنفيذ الأسقف الخرسانية وتحديد درجة الأهمية للوظائف المختلفة المأخوذة في الاعتبار بين البدائل المختلفة من خلال فريق العمل في مرحلة العصف الذهني، وعمل المقارنات بين الوظائف وأهميّتها، وضبط المعايير لدرجات القبول من خلال مصفوفة الأوزان، وتحليل النتائج المرصودة لمصفوفة الأوزان والتكلفة المتوقعة من خلال الدراسة الجيّدة لأسعار السوق المحلي وتطبيق معادلة الهندسة القيمية (V = F / C) تم الوصول للحل الأنسب والأمثل وهو اختيار FLAT SLAB دون التحيُّز لرأي شخصي أو ميل لطريقة معينة دون أخرى وإنما نود أن نبين أن إتباع الموضوعية والمنهج العلمي وبذل الجهد في الدراسة لأنواع البدائل لأي بند في أي جزء من الأعمال المُتضمّنة في مشاريع التشييد إنما يهدف لتوفير وقت التنفيذ وقيمة التكلفة في حدود درجة الجودة المطلوبة للوصول بالمشروع للنجاح المرجو، وكذلك الاستخدام الأمثل والأنسب لتوفير الثروات البشرية المتمثلة في (المواد – العمالة – المعدات – المال – الوقت). والآن ننتقل للنتائج المرصودة و التوصيات.

النتائج و التوصيات :



هيكل تنظيمي للنتائج والتوصيات

النتائج :

إن من أهم النتائج التي توصّلت إليها الدراسة هي أنه عند تطبيق منهجية الهندسة القيمية على مشروعات البناء والتشييد وخاصة في المراحل الأوّليّة للمشروع تؤدّى إلى حدوث تطوّر كبير فى المشروع من خلال الاستفادة من النتائج الإيجابية لأسلُوب الهندسة القيمية المتميز في طرح الأفكار واختيار البدائل التي تُساهم في تحسين الأداء والوظيفة وخفض التكلفة الكُليّة للمشروع وتحقيق وفرات مالية كامنة يمكن الاستفادة منها في المشروعات الأخرى، ويمكن تقسيم نتائج الدراسة إلى :

النتائج النظرية للدراسة:

1) الهندسة القيمية أداة ترشيد فعّالة وتقنيّة تقييم هندسي منظّمة يتم استخدام ها لتأكيد كفاءة الأداء الوظيفي وضبط التكلفة للمشاريع.
2) مرونة التطبيق على المشاريع بأنواعها المختلفة من إنشائية، صناعية، اقتصادية، وغيرها.
3) قدرة الهندسة القيمية على تحقيق وفورات مالية كامنة في المشروعات من خلال أسلوبها المُتميّز في طرح الأفكار والبدائل والتي تساهم في خفض التكلفة الكلية للمشاريع .
4) الاهتمام بدراسة النواحي الاقتصادية والمالية للمشروع لا تقل أهمية عن دراسة الجوانب الفنية والهندسية.
5) يعتبر مجال الهندسة القيمية أحد المجالات المساعدة للعملية التصميمية والذي يهدف إلى الارتقاء بالمشروع حيث أنه يهدف إلى تحقيق ضبط وتوازن بين التكلفة والأداء والجودة.
6) أن جودة المادة أو النظام لا تعني فقط تحقيقها لوظيفتها على المدى القصير ولكن أيضا استمرارها في تحقيق الوظيفة بنفس الكفاءة طوال عمرها الافتراضي مع الصيانة الدورية لها.
7) منهج الهندسة القيمية هو منهج علمي منظم يصلح للتطبيق في مختلف مراحل المشروع حيث يتميز بما يلى:
   - مروره بمراحل واضحة ومحددة ومتسلسلة لتنفيذ خطة العمل.
   - اعتماد كل مرحلة على النتيجة التي تصل إليها المرحلة السابقة.
   - القدرة على التحليل الجيّد لوظائف المشروع أو البند محل الدراسة.
   - القدرة على إيجاد عدد كبير من الأفكار لتحقيق الوظيفة المطلوبة.
   - الحكم بصورة علمية ومنطقية على تلك الأفكار وتقييمها.

8) ضرورة ارتباط تطبيق تقنية الهندسة القيمية بأصحاب القرار وأن يكون في بيئة عمليّة مناسبة تكفل وتدعم حرية الدراسة في الطرح والتقييم.

9) أهمية التدريب والتأهيل من خلال عقد حلقات وورش عمل وتدريب على حالات دراسيّة يتم تنفيذها بشكل دوري.

النتائج التطبيقية للدراسة :

عند تطبيق منهجية الهندسة القيمية على المشروعات التي تم دراستها في هذه الدراسة تم التوصل إلى النتائج التالية:

1) ضرورة اختيار فريق العمل المشارك في الدراسة بحيث يكون له علاقة قوية بمجال البحث ومشاركة كل الأطراف المعنية بالبحث إذ أن لكل واحد منهم وظيفة يؤديها داخل الفريق.

2) ضرورة معرفة بعض أفراد فريق العمل بخصائص المواد والبدائل والتي تساعد في تقييم المعايير المادية للمادة والحكم على جودتها.

3) إن الخبرة الكبيرة لفريق العمل فى المشروعات المتشابهة تساعد على ابتكار أفكار جديدة للبدائل بحيث تؤدي الوظيفة المطلوبة بجودة عالية وتكلفة كُليّة أقل.

4) ضرورة أن تُؤخذ التكلفة الكلية لعمر المواد والأنظمة بعين الاعتبار بدلاً من الاعتماد على التكلفة الأولية لها لتقييمها.

5) إن العمل على تحليل المعلومات المتاحة من رسومات ومساحات وجداول حصر ومواصفات وأسعار بصورة مُنظّمة يجعل استخلاص النتائج أسهل ويساعد على تحديد المَواطِن التي تستحق الدراسة.

6) إن الرسم التحليلي الجيد لمخطّط تحليل الوظائف (فاست) يساعد على تحديد الوظائف الأساسية والثانوية التي تستحق الدراسة.

7) ضرورة الالتزام بالحياديّة والموضوعية عند تقييم الأفكار وعرض مُميّزاتها وعيوبها مع الأخذ في الاعتبار مؤشر القيمة لها.

8) إعداد التقرير النهائي للدراسة القيمية بصورة منظّمة وعرض مميّزات الحلول يساعد فى توضيح نتائج الدراسة وإقناع العميل.

9) مساهمة تطبيق التقنية بشكل فعّال في ترشيد الإنفاق على المشروعات التي تم دراستها وكذا في الاستخدام الأمثل للموارد المالية والإمكانات.

التوصيات:

تنقسم التوصيات إلى توصيات خاصة بالمكاتب الهندسية المسؤولة عن التصميم وتوصيات خاصة بالجهات الحكومية المالكة للمشاريع وهى كالتالي:

التوصيات الخاصة بالمكاتب الهندسية المسؤولة عن التصميم:

1) التأكيد على تطبيق تقنية الهندسة القيمية على مشاريع البناء والتشييد والتي أصبحت مَطلباً مُلحاً يحتاجه العاملون في القطاعين العام والخاص في ظل الظروف الاقتصادية التي تمر بها البلاد.
2) التركيز على التكلفة الكُليّة للمشروع (تكاليف دورة حياة المشروع، المباشرة والغير مباشرة والتشغيل والصيانة) وليس الأوليّة فقط (المباشرة وغير المباشرة) للحكم على البدائل المستخدمة في المشروع بطريقة صحيحة.
3) ضرورة البعد عن المبالغة في أسس التصميم وعوامل الأمان للمشاريع والاهتمام بالمظهر الخارجي والنواحي الجمالية على حساب الوظيفة الأساسية والجودة والتكلفة الكلية للمشروع واستخدام الحدود العليا لعوامل الأمان نتيجة العمل الفردي لكل تخصّص أو المبالغة في زيادة الاحتياطات نتيجة ظروف طارئة استثنائية مؤقتة.
4) يجب إعطاء وقت كافي للدراسة والتصميم نظراً لأن الاستعجال يؤدى إلى طرح عدد أقل من الأفكار والبدائل ممّا يُؤدّى إلى أن يكون مستوى الدراسة مُتدنّياً وبالتالي تتدنّى القيمة.
5) ضرورة الحصول على القدر الكافي من المعلومات عن المشروع من مصادرها الصحيحة والاستعانة بأصحاب الخبرات في حالة المشروعات ذات الطبيعة الخاصة.
6) الاستفادة من سرعة التغيير في التقنية لتطوير الأداء في المشروعات والارتقاء بها حيث أن الجديد في التقنية غالباً ما يكون أفضل في الأداء والجودة وأقل في الوقت والتكلفة والتقييد بالأساليب والمنتجات التي تجاوزتها التقنية.
7) استخدام الأساليب العلمية المنظّمة للحصول على أفكار وبدائل إبداعية من خلال تهيئة البيئة المناسبة والتحفيز المستمر لمجموعة من المشاركين للحصول منهم على مجموعة من الحلول والبدائل الإبداعية لاختيار الأفضل منها من حيث الأداء والجودة والتكلفة.
8) الالتزام بالتنسيق بين الجهات المعنية باتخاذ القرار من خلال التواصل بينهم عن طريق الاتصالات وعقد الاجتماعات الدورية أثناء فترات العمل لأنه أمر في غاية الأهمية وعنصر مهم من عناصر نجاح أي مشروع.

التوصيات الخاصة بالجهات الحكومية المالكة للمشاريع :

1) يجب إدخال مفهوم تطبيق تقنية دراسات الهندسة القيمية في العقود الحكومية وخصوصاً في نظام (تأمين مشتريات الحكومة وتنفيذ مشروعاتها) بحيث يكون هذا المفهوم أحد الإجراءات الرسمية للمشاريع الحكومية .

2) يجب تحفيز الجهات الحكومية لكي تقوم بتطبيق تقنية دراسات الهندسة القيمية على مشاريعها، مثل أن تذهب نسبة من الوفورات المحقّقة من المشاريع لمشاريع الجهة نفسها ودعم بنودها مثل زيادة عدد الوظائف المعتمدة في ميزانية الجهة بحيث يكون هذا الإجراء حافزاً قويّاً لتلك الجهات لتخفيض التكاليف المُهدرة في مشاريعها.

3) وضع قانون رسمي يفرض تطبيق دراسة الهندسة القيمية على مستوى مُعيّن من المشروعات ذات التكاليف العالية، حيث العائد المادي الكبير المتوقع من أي دراسة قيمية على تلك المشروعات.

4) تخصيص اعتمادات مالية وتسهيل الإجراءات اللازمة التي تساعد في مزاولة هذه المهنة.

5) توفير الإمكانات اللازمة لإنشاء برنامج للهندسة القيمية، وما يترتب على ذلك من تكاليف مالية لاستقطاب المختصين والكفاءات اللازمة.

6) زيادة عدد المؤهلين في تطبيقات الهندسة القيمية، والتي هي إحدى متطلبات التطبيق الصحيح لإسلوب الهندسة القيمية عن طريق الاهتمام بتدريس منهجية الهندسة القيمية للطلبة في الجامعات والكليات المعنية مثل الهندسة والتجارة وإدارة الأعمال.

7) ضرورة إنشاء وتأسيس منظمة مصرية محلية مثل (جمعية المهندسين القيميين المصرية) على غرار جمعيات المهندسين القيميين الأمريكية واليابانية وغيرها من الجمعيات، وذلك لكي تكون مسؤولة عن تنظيم العمل في مجال تقنية الهندسة القيمية.

8) ضرورة عقد وتنظيم المؤتمرات العلمية الدوريّة ودعوة المختصين وذَوِى الخبرة فى مجال الهندسة القيمية لبيان وإيضاح مدى دورها الفعّال للارتقاء بالمشاريع من خلال تحسين الأداء والوظيفة وتحقيق وفورات مالية وبالتالي رفع المستوى الاقتصادي للمشاريع.

منهجية نمذجة معلومات البناء (BIM) المطبّقة على المباني التّاريخيّة



د. هلا أحمد أصلان

م. زينب ناصر

منهجية نمذجة معلومات البناء BIM المطبقة على المباني التاريخية

الملخص:
تحتوي المباني التّراثية عادةً على أشكال هندسيّة معقّدة (غير بارامترية)، تجعل رقمنتها عبر الطّرق التّقليديّة عمليّة غير دقيقة وتستغرق وقتاً طويلاً. لطالما لعبت تقنيّات الاستشعار عن بعد دوراً رئيسيّاً عندما يتعلّق الأمر بمسح وتمثيل المناطق والمباني التّاريخيّة في السّنوات القليلة الماضية، مسح الليزر ثلاثيّ الأبعاد والمسح التصويريّ يوفّران الوقت في الموقع، وهي تثبت أنّها دقيقة جداً في تسجيل الأشكال الهندسيّة غير المنتظمة من المباني.

ومع ذلك، فإن التّحويل الفعّال لبيانات الاستشعار عن بعد إلى نماذج بارامترية ذكية مطابقة للأصل يشكّل حالياً تحدياً كبيراً. تعتبر المنهجيّة العمليّة والمنظّمة لنمذجة معلومات البناء التاريخي(HBIM) ضروريّةً من أجل الحصول على نموذج متناسق يمكنه أن يقدم الفوائد المطلوبة ويدمج معه أعمال الحفظ والتّرميم.

تتناول المقالة إنشاء نموذج HBIM للموجودات التّراثية باستخدام مسح اللّيزر ثلاثيّ الأبعاد والمسح التصويريّ. تم توضيح النّتائج في حالة دراسيّة واحدة: بيت المعدّات في لشبونة Paços Reais.

أولا: تصف الورقة في البداية كيفيّة وماهيّة التّدابير التي يجب اتخاذها لتخطيط عمليّة مسح دقيقة من أجل نمذجة معلومات المبنى التّاريخي.

ثانياً: تم إجراء حملة لوصف مسح الإستشعار عن بعد وفقاً لذلك، بهدف معرفة مخرجات نمذجة معلومات البناء، بما في ذلك عمليّة توافق البيانات، تنظيفها ودمجها. وأخيراً، تمّ وصف مرحلة نمذجة معلومات المبنى التّاريخي استناداً على معلومات السّحابة النّقطيّة.

الكلمات الرئيسيّة:
نمذجة معلومات البناء التاريخيّ، المسح من أجل نمذجة معلومات البناء، المسح باللّيزر ثلاثيّ الأبعاد، المساحة التّصويريّة، التّراث.

المقدمة:

إنّ التّطوّرات التّكنولوجيّة وإستخدام أدوات التّصوير الجديدة غير المطروقة، والأساليب واسعة النطاق مثل المسح اللّيزري الأرضي ثلاثي الأبعاد والمساحة التّصويرية، جعلت من السّهل إجراء المسوحات المعمارية وتحقيق الدقة العالية بإلتقاط تفاصيل المبنى، وذلك لا يمكن أن يحدث لولا هذه التقنيات [1,2].

إستخدام أدوات نمذجة معلومات البناء في العمارة لإعادة بناء ثلاثيّة الأبعاد مكّن من دمج المباني الموجودة بمنهجيّة نمذجة معلومات المبنى وإستغلال الفوائد مثل حساب بدائل التّصميم، تقديرات الكلفة، مواصفات المواد، التّحكّم بالبيانات، توثيق الحالة الرّاهنة، تحليل حالة البناء، خطط التّنفيذ وغيرها. إستخدام منهجيّة BIM للمباني الموجودة تختلف عن تطبيقها على المشاريع الجديدة. في هذه الحالات، يتمّ عمل نموذج BIM المطابق للواقع، سواء كتحديث ل نموذج BIM موجود أو إنشاء نموذج جديد.

في أوروبا، 80% من المباني تمّ إنشاؤها قبل 1990، وأغلبها لا يملك نموذج BIM ليتمّ دمجه في منهجيّة العمل هذه. لذلك أصبحت الهندسة العكسية بإستخدام المسح اللّيزري ثلاثيّ الأبعاد وعمليّات المساحة التّصويرية إجراءاً إعتيادياً [4]. مع ضرورة الحذر عند التّعامل مع مبنى أثريّ لضمان الحصول على نموذج ملائم، يلبّي إحتياجات منهجيّة نمذجة معلومات البناء التاريخي (HBIM).

من الشّائع أن تتمّ إساءة إستخدام مصطلح BIM، فغالباً ما يتمّ ربطه بالبرمجيّات وليس بالعمليّات. BIM ليس برنامج، ولكنه منهجيّة متكاملة وتعاونيّة، تتمحور حول نموذج رقمي لمبنى يحتوي على كلّ المعلومات اللّازمة لإدارة المبنى خلال دورة حياته من التّصميم والإنشاء إإلى الصّيانة وإدارة ما بعد الإستخدام [5, 6]. يمكن تعريفه كحالة دمج بين التّكنولوجيا، العمليّات والأشخاص. [7]

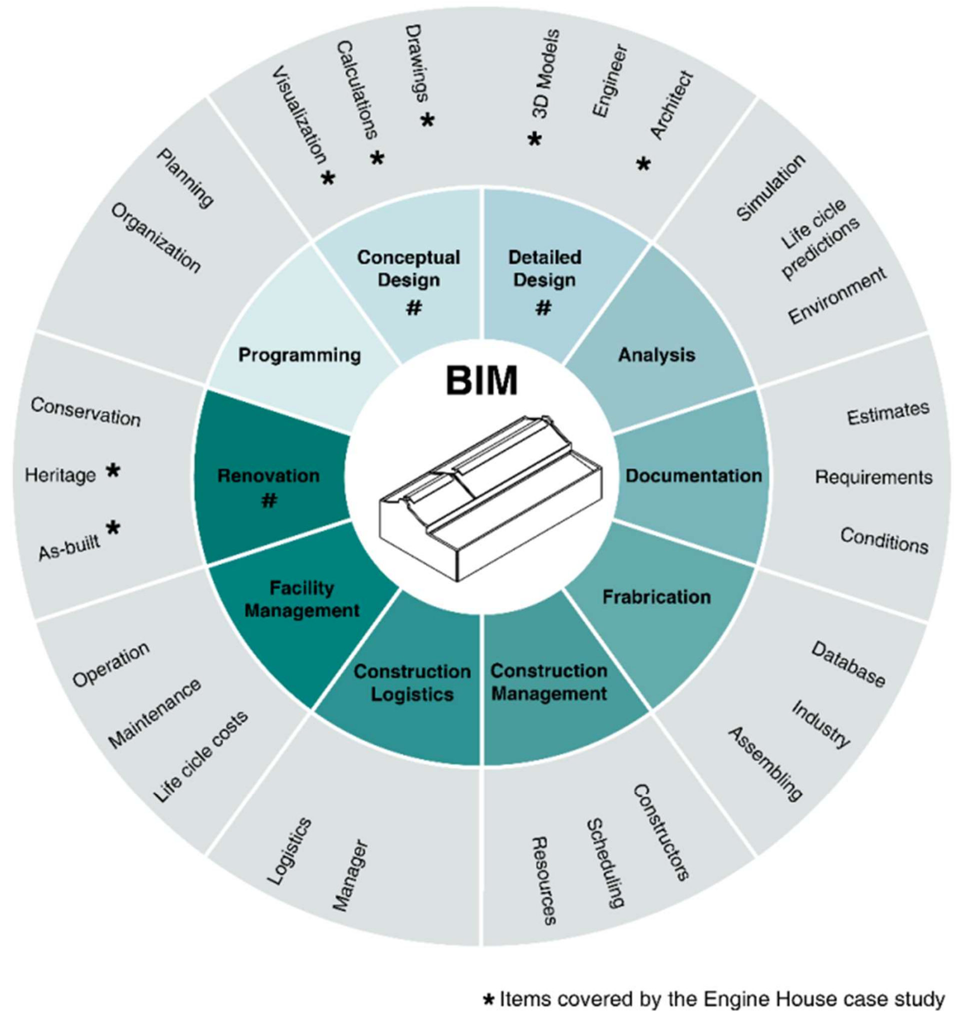
سير عمل نمذجة معلومات البناء يقدّم تحسينات لإدارة المعلومات في مرحلة التّصميم والإنشاء، من خلال تقديم كل البيانات المطلوبة لمراحل التّشغيل. وتشمل تطبيقاته مجالات عديدة مثل اكتشاف التّعارضات، والتّعاون متعدّد الاختصاصات، و تقييم خيار التّصميم، و تقدير الكميّة والتكلفة، ومحاكاة المباني، و نمذجة الطّاقة، و التّصنيع والمسبق الصنع، وإدارة المشروع، ومرافق إدارة الموجودات القيّمة [8]. تحتاج نمذجة معلومات البناء BIM إلى عمليّة تعاونيّة للتنسيق والإدارة المنظّمة، والتّعريف بممارسات التّصميم والبناء الجديدة التي يمكن أن تتحدّى مسارات العمل المتعددة التّقليدية المتعارف عليها [9,10].

مع BIM، يمكن أتمّة العمليّة وإنشاء أشكال موحّدة للتّفصيلات، بالتّالي التّقليل بشكل كبير من الوقت المطلوب لإنتاج الوثائق المتعلّقة بالبناء[7]. تترافق عمليّة الدّمج بين منطق نمذجة معلومات البناء مع عمليّة نمذجة السّحابة النقطيّة بإمكانيّة إستخدام العمليّات الأوتوماتيكيّة المحليّة لأدوات نمذجة معلومات البناء من أجل التّقليل من الأعمال المتكرّرة في النّمذجة والتّوثيق.

يتناول المقال الدّراسة المعماريّة التي تمّ إجراؤها بإستخدام المساحة الضّوئيّة الرّقميّة والمسح اللّيزريّ الأرضي ثلاثي الأبعاد، بالإضافة الى أسلوب كيفية إنشاء ومعالجة المعلومات، وكيفيّة إنتاج نموذج ثلاثي الأبعاد بإستخدام برمجيّات نمذجة معلومات البناء، والتي يمكن أن تندمج مع منهجيّة سير عمل نمذجة معلومات البناء التّاريخي.

سيتمّ إستخدام مستودع المعدّات للمعهد العالي للزّراعة في لشبونة كحالة دراسيّة من أجل التّقرير عن العمليّة، التحدّيات التي تمّت مواجهتها والحلول المعتمدة في كلّ مرحلة. وقد كلّف العميل بإجراء هذا المسح لإنتاج الوثائق اللّازمة لإعادة تأهيل المبنى.

في حين كانت المخطّطات التّقليدية، والمقاطع والواجهات مطلوبةً، اعتمد الفريق طريقة المسح من أجل النّمذجة ثلاثية الأبعاد، لأنّها تعطي نتائج أفضل من الطّرق التّقليديّة. مع إدراكنا العميق أنّ تشكيل نموذج BIM مناسب هو نقطة بداية، وإذا تمّ عمله بشكل صحيح، سيكون ضرورياً لنجاح خطوات عمل BIM (الشكل 1). يوضح وصف المسح وسير عمل النّمذجة بإستخدام الحالة الدراسيّة هذه.



الشكل 1. رسم بياني لسير عمل نمذجة معلومات البناء(BIM).

2. خلفية :

1.2 نمذجة معلومات المباني التاريخية (HBIM):

تمّ وصف مصطلح نمذجة معلومات البناء (HBIM) بواسطة مورفي [11]كحلّ لإنشاء نموذج باراميتري، حيث لاتمثّل عناصر العمارة بشكلها الهندسيّ فقط، لكن أيضاً في الصّفات المقابلة لقاعدة البيانات التّاريخيّة.

وهو تطبيق لمنهجية نمذجة معلومات البناء في المباني التّاريخية، ويمكن أن يهدف إلى مراقبة حالة الحفظ، إدارة التّراث، الصّيانة الوقائيّة، تحليل خيارات التدخّل، تخطيط التّرميم والحفظ، محاكاة الإنشاء، التّأهّب للكوارث وغيرها [8,9,12,1].

يمكن تطبيق استعمال نمذجة معلومات البناء للمباني الأحدث بإستخدام إجراءات معياريّة ومنهجيّات قد تمّ تطويرها بالفعل لهذا الغرض، بينما إستخدام نمذجة معلومات البناء على الآثار ما زال مجال دراسة جديد وغير مطوّر. [14,15]

عادةً ما تملك المباني التاريخيّة شكلاً معقّداً وغير منتظم، وهذا يعني الحاجة إلى وقت أطول لتمثيل المبنى بالتّفاصيل. بالإضافة إلى ذلك، إن هذا التّعقيد يعني مسوحات معماريّة موسّعة ودقيقة، مع وجود نقاط أكثر للمسح، وبالتّالي تكلفة أعلى[9].

يزداد الوقت والجهد الذين تحتاجهما النّمذجة مع زيادة تعقيد المبنى. وكثرة المسوحات التّفصيليّة تولّد مجلّدات أكبر، وبالتّالي صعوبةً أكبر في إدارتها. و تعتبر الأشكال العضويّة أو المعقّدة للغاية تحدّياً كبيراً للنّمذجة البارامتريّة وسير عمل BIM.

هناك مفهومان أساسيان لمعالجة هذه المشكلات في نمذجة معلومات البناء التاريخيّة: درجة الاختلاف المسموحة في النمذجة ودرجة التطوير (LOD). إنهما يمثّلان مدى الدّقة التي يمتلكها النّموذج مقارنةً بالغرض الموجود وكميّة التّفاصيل والمعلومات التي تمّ وضعها في النّموذج.

في المباني التاريخيّة، من الشائع أن يكون هناك تباين كبير وملحوظ بسماكة الجدران والأرضيات، وهناك انحرافات وميول اعتباطية/تعسفية. ودرجة الإختلاف المسموحة تساعد المنمذج في اتّخاذ القرار [9,15]، وتعتبر درجة التّطوير أساسيةً لتحديد نطاق العمل، وتجنّب النّمذجة الزّائدة أو القليلة.

الوثيقة -202G-2013 بروتوكول مشروع نمذجة معلومات البناء المقدّم من AIA، تصنّف عناصر المبنى مفصولةً حسب تخصّصها، وتشير إلى نوع المعلومات المطلوبة لكلّ تصنيف من تصنيفات LOD [16].

واحدة من أكبر فوائد إستخدام نمذجة معلومات البناء هو التّقليل من الأعمال المتكرّرة، سواء عن طريق أتمتة عمليّات التّوثيق والنّمذجة أو بإستخدام قاعدة بيانات لعناصر معمارية بارامترية يمكن تكييفها حسب الحاجة.

لكن مازال هذا الاحتمال بعيداً في المباني التّاريخيّة، وذلك بسبب نقص أو فقدان وجود مكتبة غنية بالعناصر المعماريّة المخصّصة لهذا الغرض. يصف بايك تجربة إنشاء مكتبة غنيّة بالعناصر المعماريّة مركّزاً على العمارة الإسلاميّة، والتي يتم تزويدها بنماذج بارامتريّة تساهم في ديناميكيّة نمذجة HBIM لهذا النمط من العمارة [17].

يقترح مؤلفون آخرون أنّ المباني التي تعود لفترات حيث بدأت معايير البناء بالتّطوّر، تحديداً منذ أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، يمكن أن تستفيد من تطوير مكتبات لأنماط البناء تلك وعناصر البناء المحددة [13]. بالتالي، هناك أهمية كبيرة لإنشاء قاعدة بيانات تتناول مجال التّراث المعماريّ ومتابعة تحديث وتخصيص عناصرها لجعلها قابلةً للإستخدام حسب الحاجة.

2.2 المسح من أجل نمذجة معلومات البناء:

تكامل المساحة الضّوئية مع المسح اللّيزري في سير عمل نمذجة معلومات البناء يمثّل ميزة كبيرة في قطاع AEC متضمناً التّدخّل في المباني الموجودة.

إنها تقنيات قوية لتوثيق الحالة المبدئيّة، حفظ سجل محدّث لموقع البناء، الكشف عن أخطاء البناء المحتملة، تقييم التغيّرات مع مرور الوقت، وإنشاء وثائق مطابقة للواقع. وهذا يتعلّق أكثر بالمباني القائمة حيث يمكن ألّا تكون جميع متغيّرات الموقع معروفة مسبقاً. عند التدخّل في مبنى قائم، فمن الطبيعي أن تظهر معلومات جديدة ذات صلة طوال العمليّة. بالإضافة إلى ذلك، قد يلزم هذا تعديل التّصميم المبدئي

وجميع الآثار المترتّبة عليه لتحديث وثائق المشروع. يمكن إنجاز ذلك بسرعة والتحكّم به في بيئة BIM [15].
تعتبر المساحة التصويريّة والمسح اللّيزري تقنيّات مسح مناسبة لإستخدامها في أغراض ذات تعقيد كبير، أو مع مقاييس متنوّعة [18,19]. وكلاهما من وسائل جمع البيانات الضخمة [20].
فائدة المساحة التصويريّة والمسح اللّيزري ثلاثي الأبعاد تتمثّل في أنه من الممكن من خلالها تقليل الخطوات المتكرّرة من عمليّات المسح التقليدية، وذلك لإعطاء الوقت من أجل خطوات أساسيّة للعمليّة، مثل نمذجة البناء وتحليل المبنى [21]. تمّ إنشاء كلا التقنيّتين كمنتج نهائي لملف السّحابة النقطيّة، وتمثّل الأشكال الهندسيّة الملتقطة للمبنى بأكمله.
تعد المساحة التصويريّة طريقة مفيدة للحالات حيث إجراء المسوحات المعماريّة بإستخدام الأدوات التقليديّة يستغرق وقتاً طويلاً أو قد يكون مستحيلاً، وفي بعض الحالات، حيث يصعب المسح اللّيزري بسبب حجم الموقع أو الأماكن التي يتعذّر الوصول إليها، مثل الأسقف العالية [3].
لإجراء المساحة التّصويرية بشكل صحيح، من الضّروري التّأكّد من أن جميع الأشكال الهندسيّة التي تم إلتقاطها كصور تملك تداخل معلومات كافٍ لتجنّب القفزات الكبيرة بين الصور. من الأساسي أيضاً أن يكون هناك ظروف جويّة مناسبة وإضاءة متجانسة. وختاما، يجب أخذ المزيد من القياسات والملاحظات ويجب أخذها في الموقع لتصحيح حجم وتوجيه النّموذج [22]. الماسحات اللّيزرية تلتقط وتسجّل الأشكال الهندسيّة، وأيضاً في بعض الحالات تلتقط معلومات الخامات على أسطح الأشياء والمواقع [23].
مصطلحات المسح الليزري تغطي أدوات متنوّعة مع أنماط مختلفة من المبادئ والعمليّات المخصّصة لأنماط مختلفة من البيئات و الأغراض ومستويات الدّقة والصّحة [20].
من الضّروري التّأكد من تصوير المواقع المغلقة والتي لا يمكن الوصول إليها، وأن تكون كامل البيئة مرئيّةً أو نظيفة كفاية للمسح، لأخذ نقاط مسح كافية ضمن نطاق الأجهزة، والتّأكد من الوصل المناسب في كل من غرف المبنى والأرضية، البيئات الداخليّة والخارجيّة. كل هذه الاحتياطات ضروريّة لضمان أنه عند معالجة الملفّات الأوليّة، يمكن أن يقدر البرنامج على أن يعرف الميّزات المقابلة corresponding features وتنظيم ومطابقة كل من عمليّات المسح بشكل صحيح.
هناك عدد قليل من نماذج سير العمل المفصّل لإنتاج نموذج ثلاثي أبعاد من المسح اللّيزري والمساحة الضّوئية. وقد عمل بعض المؤلفين على إنشاء نماذج لعناصر معيّنة من المبنى بتجارب يدوية وآلية [1,2,24]، واكتشف آخرون احتمالات إنشاء الجدار [25,26]، وآخرون ركّزوا على عمل عائلات بارامترية وغير بارامترية لتزويد مكتبات العناصر الموجودة [11,17].
من خلال هذه الأمثلة وغيرها في الأدبيات، من الممكن فهم كيف تم استكشاف الموضوع مع إجراءات محددة لتحسين أجزاء من العملية. مع ذلك، هناك نقص بالأمثلة الجيّدة التي تُظهر التحديّات الأوسع في عمليّة النّمذجة. على سبيل المثال، من الأساسي إنشاء منهجيّة موجزة وعملية تكتشف النقاط التي تحتاج لأخذها بعين الإعتبار، مثل الاستعداد لتقليل الأخطاء بالمسح، و معالجة البيانات وخطوات نمذجة البناء.
من خلال دراسة الحالة الخاصة بها، تهدف هذه الخطة الى سد الفجوة وتوضيح كيفية إعادة البناء رقمياً وتحقيق التوازن بين مستويات الدقة والمتطلبات اللازمة للعمل مع نموذج في بيئة BIM.

3.حالة دراسية:

تم بناء بيت المعدّات في Paços Reais حوالي 1900 [27] وكان له إستخدامات متعدّدة على مدى هذه السنين. في بداية 1900، عندما كان لايزال يطلق على المبنى " Geradora de Electricidad dosPaços Reais"، كان المقصد منه أن يعمل كمُولّد للطاقة لمنطقة اجودا Ajuda في لشبونة. في هذا الوقت، كانت ملكيّة المبنى تعود لمملكة البرتغال، وأُلحق فيما بعد بالمعهد العالي للعلوم الزراعيّة (ISA)، واستُعمل كمتحف للزراعة مع معرض لمجموعة متنوّعة من الأدوات والآلات الزراعية وصور قديمة تُظهر تطوّر تكنولوجيا الزراعة. في ذلك الوقت، و استعملت القاعات كصفوف للجامعة [27–30].

حالياً، تتم صيانة المبنى بشكل سيئ، حيث تتساقط مياه الأمطار من الأسقف، والجدران متقشّرة،والطّلاء ناقص، ويحتاج المبنى أيضا إلى إصلاحات عامة [27]. نظراً لوضعه الراهن، فإنه يستخدم فقط لتخزين المعدّات وأثاث الجامعة. المبنى مؤلّف من طابقين وقبو بمساحة إجماليّة حوالي 1250 م2 (شكل 2و3).

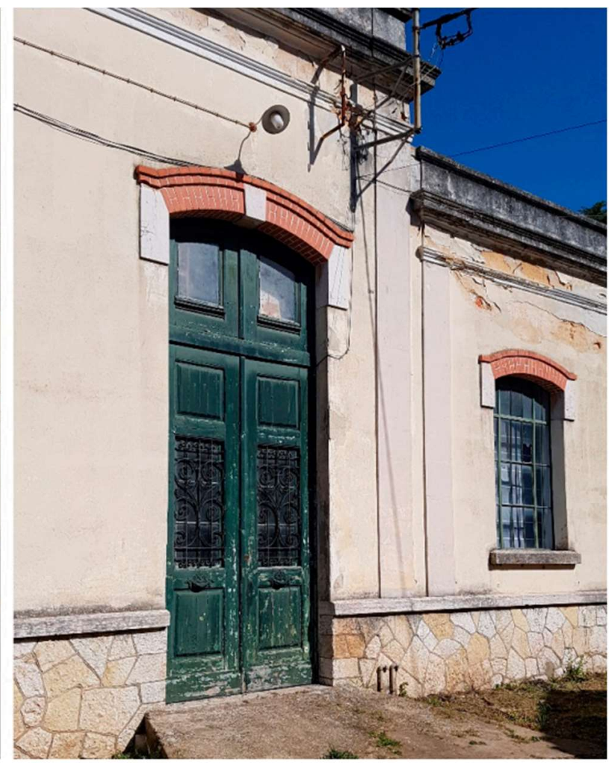
يمتلك المبنى عناصر إنشائية متنوعة من الخرسانة، كالحجر والهياكل المعدنية. و يتألّف المبنى من جزء رئيسي بمساحة كافية حيث تم تثبيت المعدّات والآليّات فيه، وجزء ثانوي يحوي غرف تبديل ملابس وغرفاً أخرى. الطابق الأول تمّت إضافته لاحقاً ليضم المكاتب ويشكّل ميزانين على الطّابق الأرضي، وهو مدعوم بمفصلات خرسانيّة مسبقة الإجهاد.

يحوي المبنى أيضاً على بعض المفصّلات المعدنيّة الجملونيّة التي تدعم السقف الذي يغطّي الجزء الرئيسي من المبنى. كما أن واجهات المبنى تملك بعض تفاصيل الطّوب على النّوافذ والأبواب، وتفاصيل العمارة الكلاسيكيّة على السقف والزوايا.

بالإضافة الى ذلك، يحوي المبنى ممر مشاة جانبي صغير يمتد على كامل المنطقة وإلى بعض المناطق المجاورة تماماً للمبنى.

شكل 2. بيت المعدّات في القصر الملكي. نظرة عامة على المبنى



الشكل 3. بيت المعدّات (Geradora) في القصر الملكي. من اليسار الجزء الرئيسي مع دعامات جملونيّة مكشوفة، على اليمين تفاصيل المدخل الرئيسي

1.3.جمع، تحليل ومعالجة البيانات:

أنواع الأجهزة التي كانت تستخدم لمسح بيت المعدّات كانت الماسح باللّيزر ثلاثي الأبعاد Faro Focus S 120، طائرة فانتوم طراز DJI (Dà-Jiāng Innovations™) رباعيّة دون طيّار مزوّدة بكاميرا k4، جهاز استقبال Trimble R8 GNSSGPS، كاميرا عاكسة من نوع 7200Nikon D، وهاتف ذكي لتسجيل فوتوغرافي إضافي.

تم إجراء ما يعادل 144 مسح، 143 منها يغطي كامل المبنى من الدّاخل، الواجهات الخارجيّة والمستوى السفلي، وتمّ إجراء مسح واحد على السّقف المنخفض. 11 نقطة تحكم GPS للإسناد الجغرافي تم التّحكّم بها واستخدمت لاحقاً للإسناد الجغرافي للمساحة الضّوئية للسّحابة النّقطيّة ومسح LIDAR.

من الضّروري جمع عدد كاف من النّقاط المختلفة حول المبنى لضمان عملية الإسناد الجغرافي بشكل صحيح وتقليل الأخطاء إلى الحدّ الأدنى.

هذه تقنيّات بسيطة بدون تحدّيات كبيرة، لكنها ضروريّة لتحقيق سير عمل جيد. يعدّ الإحتفاظ بالنموذج النهائي في إحداثيّاته أمر ضروري حتى يتمكّن جميع أصحاب المصلحة المشاركين في المشروع من إضافة معلومات، ملفّات أو إجراء عمليّات تحقّق على النّموذج بسهولة.

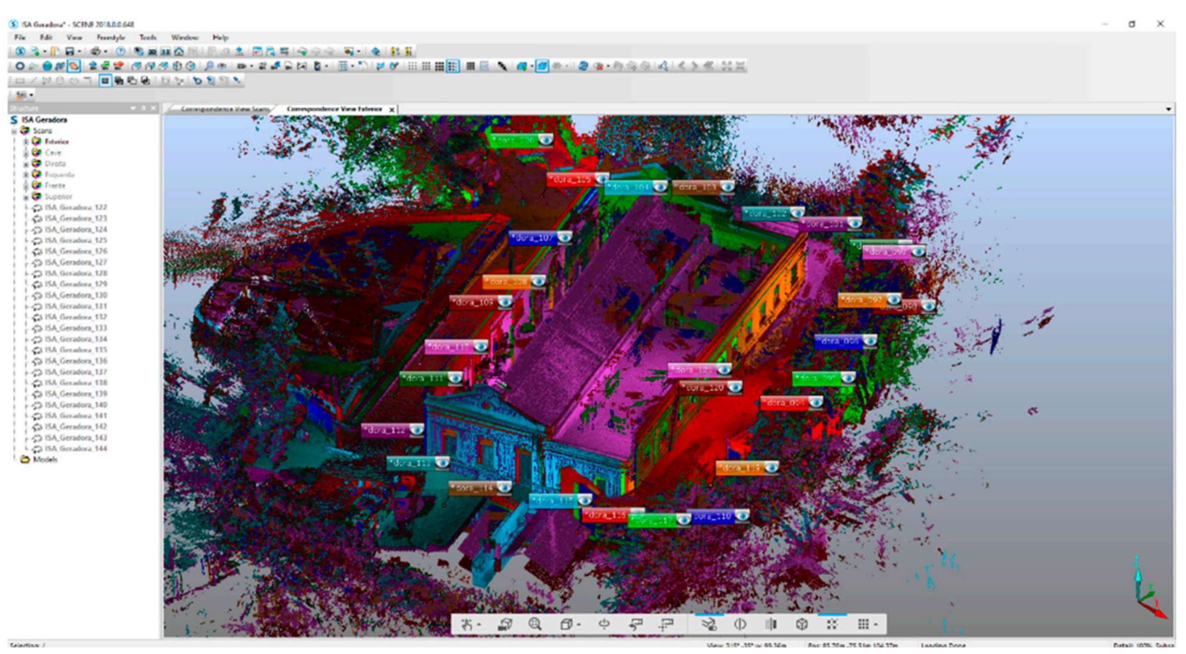
قسّمت استراتيجيّة المسح التصويري الى مرحلتين. الأولى كانت حملة جوية بإستخدام طائرات دون طيّار مجهّزة بكاميرا، تلتقط تقريباً 900 صورة بأقلّ من ساعتين. الثّانية كانت حملةٌ على الأرض، سجّل فيها حوالي 250 صورة. تمّ إجراء عمليّات المسح جميعها في أربع جلسات واستغرقت المدّة الإجماليّة 10 ساعات.

لكي تلتقط المساحة عناصر المبنى الأساسيّة، يجب القيام بعدة تحضيرات مسبقاً. نظّفت كامل المنطقة الخارجيّة، وتمّت إزالة الأشياء من الجدران وكل زوايا النّوافذ، الأبواب والجدران، وتمّ إجراء المسح عند إغلاق الأبواب وفتحها لضمان تسجيل التفاصيل والوصل الصحيح بين الفراغات.
بالتّالي، كان من الممكن التقاط أشكال المبنى الهندسيّة بجودة أفضل. العواقب الشّائعة لتخطّي هذه الخطوات هي التّعارض، وحدوث فجوة في المعلومات ضمن السّحابة النقطية وبالتالي سوء في فهم ونمذجة المبنى. تم إستخدام صور الطّائرة دون طيّار لالتقاط صور للسّقف، وقد كان ذلك غير ممكن في المسح اللّيزري ثلاثي الأبعاد.
استخدمت صور الطّائرة في تصوير السّقف الذي كان من غير الممكن تصويره بواسطة المساحة التصويريّة ثلاثيّة الأبعاد.
بالإضافة لذلك، فقد أتاحت صور الطّائرة والصّور الأرضيّة إلتقاط لون وخامة الواجهات، والتي لاحقاً مكّنت من إنشاء صور تصحيحيّة في الواجهات لإجراء دراسات عن حالة مخطّطات الحفظ والأضرار لكل منها.
معالجة وموافقة المسوحات التي تمّ عملها في الدّراسة واستخدم فيها برنامج Faro Scene Software (الشكل 4). تمّ إجراء عمليّة توافق شبه آليّة من السّحابة الى السّحابة. للحصول على نتائج أفضل، يجب على الشخص العامل إجراء عمليّة توافق يدويّة مسبقة من خلال إختيار المسوحات المتطابقة ووضعها مع موقع وتوجيه تقريبي ومتناسب. تمّ إنشاء مجموعات بسبب حجم المبنى والعدد الكبير لعمليّات المسح. كلّ مجموعة منها تتوافق مع جزء منطقي من البناء (مثلا: القبو، مجموعة غرف، الأرضيّة). في البداية يتمّ التسجيل داخل كل مجموعة وبعدها بين المجموعات التي تمّ تسجيلها.
في المناطق الداخليّة، كان متوسط الدقّة والتوافق بين المسوحات بحدود 0.50مم و 2.00مم، بينما في المناطق الخارجيّة كان التوافق بحدود بين 3.00 مم و5.00، الذي تم تحديده justified ظهور الأشجار والنباتات وامتداد المناطق الأعلى ارتفاعاً.
على الرّغم من أن النّتائج الرّقمية مرضية، يجب إجراء فحص بصري في جميع أنحاء المبنى، على الأقل في اتجاهين متعامدين. في هذه الحالة، يتم إجراء ذلك عن طريق التصوير الدّيناميكي لمخطّطات المقاطع الطّوليّة والعرضيّة. يتمّ هذا الفحص كلّ 50 سم في أماكن حسّاسة مثل الأدراج والنّوافذ. بعد هذا الإجراء، إذا وجد عدم توافق مع السّحابة النّقطيّة، فيجب تكرار عمليّة التّسجيل.
من الأساسي ملاحظة أنّ هناك بعض الإجراءات اليدويّة بسبب المرايا، التّشتيت العرضي، او الأجسام المتحرّكة التي يجب إزالتها. بعد التّحقّق من صحّة التّسجيل، يتمّ تحديد الإسناد الجغرافيّ للمشروع. تستخدم خمس نقاط تحكّم لهذه الخطوة، مع متوسّط خطأ حوالي 3 سم. نقاط GPS المتبقيّة تستخدم للتحقّق من عمليّة الإسناد الجغرافيّ. بعد ذلك، تدمج السّحابة النقطيّة الممسوحة ليزريّا، تقسّم عيّناتها، ثمّ تصدّر في ملفّ سحابة نقطيّة مع حوالي 95 مليون نقطة في تنسيق 57e ليتم معالجتها.
بدأت عمليّة القياس التّصويري بتحويل الصّور الأوليّة (الشكل 5) تحت معايير توازن لون أبيض مناسب، تقليل الظّلال والضّوء البارز وإخفاء آثار الإنسان أو أشياء غير مرغوب فيها (أشخاص، سيارات، وعناصر أخرى). لم يتم تطبيق أي تصحيح في انحراف العدسات بما أنه يمثّل ميزةً أساسيّة لإجراء التّقويم الدّاخلي في معالجة تصويريّة إضافيّة ملائمة.

تمّ إستخدام برنامج Agisoft Photoscan للتّوجيه الدّاخلي والمناسب. كل الصور الأرضيّة والجويّة المحوّلة تمت معالجتها معاً، بينما عولجت صور التّوجيه الدّاخلي بشكل منفصل عنهم لاحتوائها على بارامترات مختلفة (1 in sensor+8 mm lens in the DJI phantom vs. 1.11 in+60 mm NIKKOR).

تمّت تصفية السّحابة المنتشرة والتي تم الحصول عليها من توجيه الكاميرا، لإزالة الصّخور المنفصلة عن الكتلة والتوافقات الضعيفة التي تمّ إعادة بناؤها. تمّ تكثيف السّحابة النّقطية المتبقيّة لاحقاً، بإستخدام نصف حجم الصورة (جودة عالية وفقاً لمعيار Agisoft).

تمّ تحسين النّقاط التي أعيد بناؤها بالفراغ بإستخدام معلومات الألوان المزوّدة من قبل بيكسلات الصور الموافقة (الشكل 6). لضمان مطابقة دقيقة للمقياس والإتجاه مع بيانات الماسح اللّيزري (التّوجيه الخارجي)، ثم استخرجت مجموعة من الإحداثيات من النقاط المتعلّقة بذلك والمعروفة أيضاً من الصّور التي تدعم نموذج الماسحة الضوئية، وذلك من بيانات LIDAR.



الشكل 4. معالجة وتنظيم المسوحات مع برنامج Faro Scene

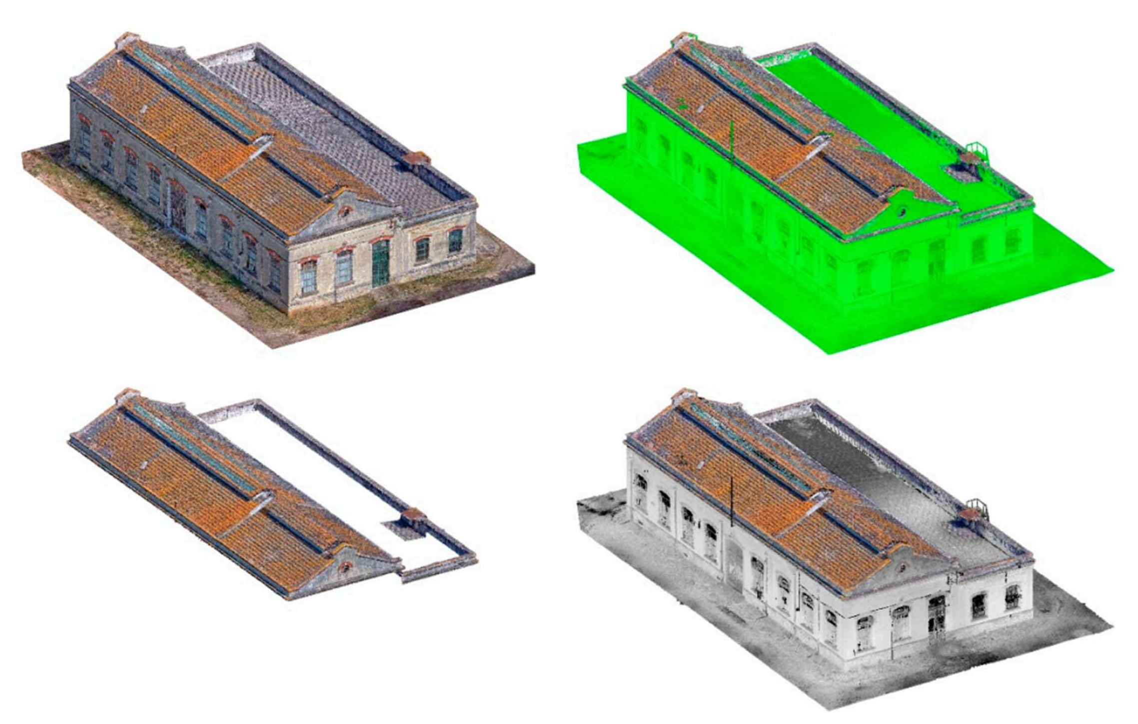


الشكل 5. من اليسار صورة خام من DJI Phantom pro، ومن اليمين صورة ظاهرة/ من الموقع.

من الضّروري قبل البدء بنمذجة المبنى على برمجيّات BIM، تنفيذ بعض الإجراءات على السّحابة النقطيّة، مثل تقليل الضّوضاء، إزالة النّقاط غير الدقيقة وعناصر المشهد غير الضروريّة للمشروع [23,31]. هذه الإجراءات تؤدّي الى تحسين السّحابة النقطيّة، وبالتالي التّقليل من تأثير حجم الملف على معالجة الكومبيوتر. في حالة بيت المعدات، إستخدم برنامج Autodesk Recap لعمليّة التّنظيف. حيث يتم إختيار واستبعاد آثار الإنعكاس، والأشياء غير الضّرورية في الخارج، إضافة إلى الأشخاص، وكل الفرش الدّاخلي. بعد هذه الإجراءات، تحفظ السّحابة النقطيّة تقريبا 83 مليون نقطة (أقل ب 12.6% من عدد النقاط قبل عمليّة التّنظيف). يتم أيضاً في هذه المرحلة دمج الإسناد الجغرافي للمسح التصويري للسّحابة النقطيّة مع سحابة مسح الليزر ثلاثي الأبعاد.
ونظراً لأن السحابة التصويريّة يمكن أن يكون لها تحديد ودقّة أقل، تمّ إختيارها لتسجيل المنطقة التي كان من غير الممكن مسحها، مثل السقف الأعلى وبعض المناطق من الواجهات (الشكل 7). في هذه المرحلة تبدأ مرحلة النمذجة. من أجل إظهار سير العمل لجمهور أوسع، مع ضمان توافق بنية البيانات والصّيغ لمعايير IFC (Industry Foundation Classes) اخترنا برنامج ريفيت Autodesk Revit. شركة Autodesk رائدة في مجال ترقية IFC بإعتباره نموذج لمنتج محايد يدعم دورة حياة المبنى. في 1944، نظّمت Autodesk جمعيّة IAI Industry Alliance for Interoperability)) لتقديم المشورة بشأن لغات البرمجة مفتوحة المصدر والفصول لدعم إمكانية التّشغيل البينيّ للبرامج في صناعات AEC/FM مع الترويج للحل المتمحور حول المعلومات والمعلومات معادة الإستخدام [32]. تطوّرت هذه المبادرة في آخر 25 سنة لتصبح BuildingSmart Institution ومنظّمة عالميّة غير ربحيّة بقيادة الصّناعة، والتي طورّت و حدّثت IFC كمواصفات محايدة ومفتوحة ل BIM.



الشكل 6. المسح التصويري للسحابة النقطيّة



الشكل 7. إختيار وتنظيف بيانات السحابة النقطيّة. اتصال المسح التصويري والمسح الليزري ثلاثي الأبعاد.

تمّ اعتماد برنامج الريفت وترقياته بإستمرار مع معيار رسمي، وهو حالياً قيد التّقدم في شهادة برنامج 4IFC [33]. قيّمت الأبحاث الحديثة قدرة التّعاون في برنامج الريفيت [34] وقارنت أداءه كمساير تام ل IFC [35]، بالتّالي هذا البرنامج يملك الأداء الأفضل في موضوع التوافق المعياري، فقدان البيانات وتخريب عمليّة إنتاج البيانات. إختيار ريفيت لأغراض التّوضيح في هذه المقالة يتم دعمه أيضاً من قبل كفاءته في تصدير وإدارة السحابة النقطيّة (من خلال تنسيقات RCS و RCP Autodesk الأصليّة)، تزويد واجهة للمستخدم تزوّد بنموذج إفتراضي ثلاثي الأبعاد للمبنى، وثالثا، برنامج ريفيت أداة محرّر لعائلات قوي، حيث أن عناصر ريفيت القياسيّة تمتلك حاويات IFC مناسبة، ولا تتطلّب إجراءات من المستخدم [36] وتسمح ميزة (النمذجة في المكان) بعمليّات منطقيّة مباشرة.

سير العمل الواضح يمكن تكراره في أي برنامج دون ملكية، ودون فقدان معلومات الشّيء أو تشويه شكله الهندسي حيث تتوافق بنية البيانات وتنسيقها مع المعيار الرسمي المفتوح لمواصفات نموذج IFC: ISO 16739-1:2018.

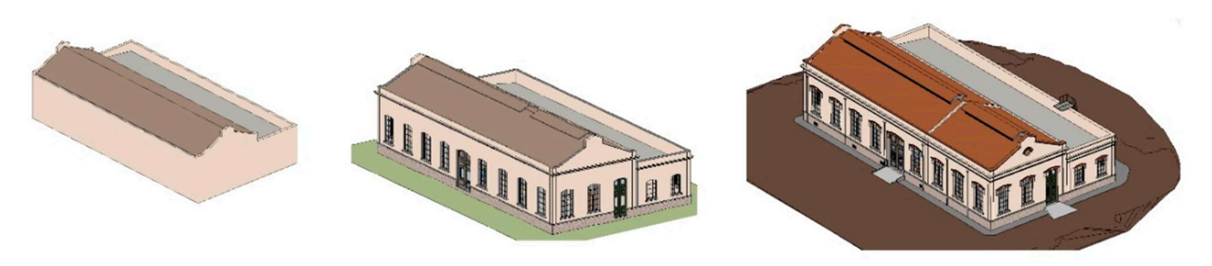
2.3.نمذجة HBIM والنتائج:

تقريباً مثل عمليّة المسح، يجب القيام ببعض الخطوات قبل عملية النمذجة. أول خطوة هي الحصول على إحداثيّات نقطة في السحابة النقطيّة وتعيين نقطة المسح في الريفيت التي تملك نفس الإحداثيّات. في الحالة الدراسيّة، تمّ إختيار نقطة على مستوى الأرض. يعمل ريفيت مع نظامين من الإحداثيات: النقطة الأساسية للمشروع التي تحدّد نظام إحداثيّات المشروع الأصلية (0, 0, 0)، ونقطة المسح التي تحدّد الموقع في الواقع قرب النّموذج [37].

مع إعداد نقطة المسح، تمّ نقلها (دون تغيير في إحداثيّاتها) لنفس الموضع الأصلي لنقطة أساس المشروع. وهكذا، ومع هذا الإجراء، تمّ ضمان عمل النموذج قريبا من أصل نظام الإحداثيّات الداخلي في ريفيت، ولتجنّب بعض المشكلات التي يمكن أن تظهر، حيث أن ريفيت لا يعمل بشكل جيّد إذا كان النموذج بعيداً

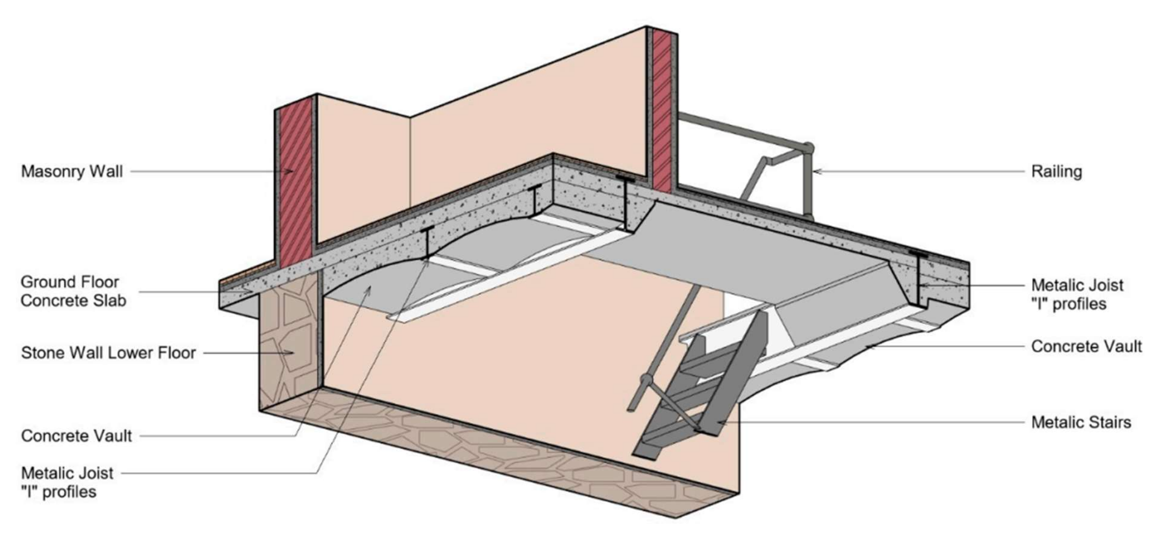
عن الإحداثيّات الأصليّة الداخليّة. هذا يضمن أيضا، أنه عند إدخال السحابة النقطيّة، سيتمّ تحديد موقع المستوى الأرضي للمبنى على المستوى صفر بشكل أوتوماتيكي داخل ريفيت، وبالتالي تجنّب الحاجة الى تغيير أو نقل موضعه.
الخطوة الثانية هي إدخال السّحابة النقطيّة على ريفيت. يجب عمل ذلك بإستخدام خيار الإحداثيّات المشتركة، بالتّالي ضمان أن السحابة النقطيّة ستوضع على نفس الإحداثيات التي تمّ تحديدها عند الإسناد الجغرافي. بعد ذلك، من الضروري إصلاح السّحابة النقطيّة داخل المشروع بحيث لا يمكن نقلها أو تدويرها بالخطأ. هذه العمليّات ضروريّة للتأكيد على أن السحابة النقطيّة دائماً موضوعة بنفس الموقع، حتى لو كانت الحاجة هي عدم تحميلها وإعادة إدخالها لاحقاً بنفس المشروع. في المشاريع الكبيرة، خطوات تحديد الموقع هذه تسمح لنا بتقسيم المجلّدات وتحميل ما هو مطلوب فقط. يضمن نفس المرجع أن الأجزاء المتعدّدة للسّحابة النقطية المقسّمة ستحمّل دائما بنفس المكان.
مع إدخال السحابة النقطيّة وتثبيتها في ريفيت، من الممكن البدء بخطوات النمذجة من خلال إعادة توجيه المبنى ضمن فراغ العمل والقيام بفحص بصري لتحديد وإنشاء المستويات الموجودة.
من الضّروري تحديد إتجاه جديد لإعادة تعيين موقع المبنى بشكل متعامد في مستوى العمل. هذه الخطوة تجعل من السّهل فهم الشّكل الهندسي وتجنّب التَّضارب بين النموذج والهدف من التصميم، كما في أغلب الحالات، كما أن المباني صمّمت بحيث تكون جدرانها عمودية على بعضها.
يجب أن يتم هذا الإتّجاه الجديد من خلال تدوير أصل المشروع شمالاً، بينما الشّمال الحقيقي للدّراسة يجب ألّا يتمّ تعديله بحيث يبقى النّموذج مسنداً جغرافياً. من الضّروري تحديد وإنشاء مستويات أوليّة للمبنى مع النّموذج المدوّر. هذه المستويات ضروريّة لأنها تساعد في إنشاء الأرضيّات والجدران والإدخال الصّحيح لعناصر المبنى. من الضّروري أيضاً، اتّباع منهج عملي بحيث لا يتم إنشاء مستويات زائدة، مما يجعل سير العمل صعبا.
في حالة بيت المعدّات، تمّ إنشاء مستويات كل الطّوابق، المستويات الرّئيسيّة، العلوية، السفليّة، والأسقف. كان النهج المعتمد للنمذجة هو إعادة بناء الشكل الهندسي للمبنى من الجزء الأكبر إلى الجزء الأصغر، وبذلك إعطاء الأولويّة للعناصر الأساسيّة مثل الجدران، الأرضيّات والأسقف وبعدها إنشاء العناصر المكمّلة والتفاصيل الأخرى (الشكل 8). هذه المنهجيّة المنظّمة والعملية تساعد في تركيز الجهود في صنع القرار وحل المشكلات، حيث سيتم التركيز على جانب واحد من المبنى. على سبيل المثال، أثناء تعيين البارامترات المتعلّقة بالجدران مثل السماكة والتشطيبات الأخيرة، من غير الضروري في هذه المرحلة التفكير في كيفية إدخال الأبواب، النوافذ أو أي فتحات أخرى موجودة في الجّدار.
من الشّائع في المباني التّاريخيّة، أن تكون الجّدران ذات سماكات غير متجانسة، ومن الطّبيعي أن تحتوي على انحرافات وأن تكون غير عموديّة تماماً. الجدران غير المتعامدة تضعف سير عمل نمذجة معلومات البناء التاريخية (HIBM)، ومن الضّروري الإنتباه الى هذا الجانب لتحديد النّهج الذي سيتمّ اتّباعه. بيت المعدّات لم يظهر انحرافات كبيرة في الجدران الدّاخلية، وذلك سمح بنمذجة هذه العناصر بشكل متعامد. لكن لم تكن الجدران الخارجيّة مستطيلة تماماً. واحد من الجدران يظهر اختلافاً بأكثر من 5 سم عن الزاوية العموديّة المتوقّعة فى موضعه الحقيقي. في هذه الحالة، إذا تم التحقّق من إنحراف كبير، يحدّد الجدار في موضعه الحقيقي، مع الإنحراف الصّحيح للحفاظ على الشكل الهندسي مطابقاً للواقع.

تم إنشاء الجدران مع السماكات المطابقة للواقع، بدقّة تتفاوت كحد أقصى 1سم. وتمّ إختيار فصل الإكساء الداخلي و الخارجي، وبذلك السماح فى نهاية العمليّة، بإنشاء جداول مع عدد التشطيبات المتعلّقة بالعناصر الداخلية و الخارجية بنهاية العمليّة.



الشكل 8. تطوير درجة التفصيل في التصميم أثناء عمليّة النمذجة.

تمّ إنشاء النموذج بحيث يتم تجنّب التناقض والإختلاف بين عناصر البناء. وتم إنشاء النموذج بواسطة فريق واحد كان يملك التحكّم الكامل بإختيار طريقة التنفيذ من أجل تجنّب التضارب. تمّ تنفيذ التفاعل بين الأرضيّات، (الجوائز)، الجدران وعناصر أخرى بعناية لضمان تقاطع مثالي وعكس المبنى الأصلي بشكل دقيق جداً (الشكل 9). ومع ذلك، كان لدينا مشاكل بالتعارض في بعض النقاط كمثال، بين الدّعامات الجملونيّة والجدران والأسقف. حدث هذا بسبب استحالة الوصول إلى هذه النقاط عن قرب، مما يجعل مسح المناطق الأعلى في المبنى أقل دقّة.



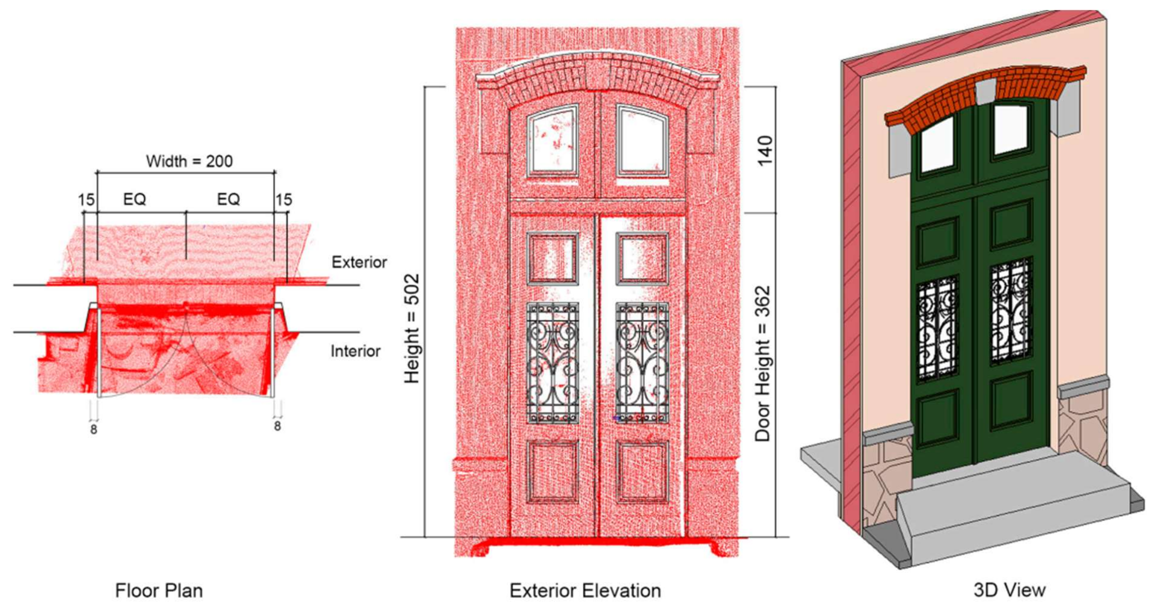
الشكل 9. تفصيلة ثلاثيّة الأبعاد للوصلة بين القبو والطابق الأرضي.

1.2.3. إنشاء العائلات:

خلال سير العمل، فإن وجود مكتبة عائلية كبيرة، يجعل النمذجة أسرع وأبسط. نظراً لأنّ هذه العائلات غالباً ما تكون عناصر بارامترية، يمكن تكييفها مع احتياجات المبنى، وبالتالي، تحسين الإنتاج [17]. بكل الأحوال، هنالك نقص بالمكتبات التي تفى بمتطلّبات مشاريع نمذجة معلومات البناء التاريخي HBIM، مما أدّى إلى حاجة لنمذجة كاملة لهذه العائلات. برنامج الريفيت متعدّد الإستخدامات ويعتبر أداة نمذجة قوية، ممّا يسمح لنا بإنشاء عائلات منمذجة للمشروع ذاته أو غيره من خلال محرّر العائلة. في كلا الحالتين، يمكن تصنيف العنصر ضمن المجموعة الصحيحة، وبذلك سيعمل بشكل مناسب ضمن المشروع كعائلة صنعت لهذا الغرض. في بيت المعدّات (أدوات)، وتمّت نمذجة كل النوافذ، الأبواب الخارجيّة، وأبواب بهو الوصول في بيت الأدوات. يمكن تكييف بعض الأبواب الدّاخلية من العناصر الموجودة في مكتبة البرامج المحلّية.

محرّر العائلات في برنامج الريفيت، لا يدعم إدراج ملفّات السحابة النقطيّة بالتنسيقات التقليدية. بالتّالي، من الضّروري فصل النقاط التي تعود للعناصر ليتمّ نمذجتها وتصديرها بصيغة DFX ليتم إدراجها إلى محرّر العائلات (الشكل 10).

في حالة الدّراسة هذه، تم تنفيذ هذا الإجراء بإستخدام برنامج CloudCompare. تحدّي آخر، وبشكل إفتراضي، أنه تمّت نمذجة الأبواب والنوافذ في ريفيت بقطع مستطيل في الجدار، ولكن بالأبنية التاريخيّة ذات الجدران السميكة، من المعتاد أن يتم شطف القطع أفقياً وعمودياً. هذا الوضع يجعل من المستحيل إستخدام العائلات الموجودة ومن الضّروري إنشاء أخرى جديدة تستخدم نوعاً آخراً من القطع في الجدران، من خلال جمع عمليّات الجمع مثل الأشكال الفراغيّة، تمرير مقطع على طول خط، الرفع، أدوات الدوران وغيرها.



الشكل 10. تم إنشاء باب كعائلة بارامترية بإستخدام السحابة النقطية في محرر عائلات ريفيت من اليسار المسقط، بالوسط: واجهة خارجيّة، اليمين: مشهد ثلاثي الأبعاد. جميع الأبعاد بالسنتيمتر.

إنشاء عائلات مخصّصة يمكن أن يوفّر الوقت، فعادةً ما تجعل العناصر المعقدة و البارامترية هذه النّمذجة مرهقة بشكل كبير، مثل تلك الخاصّة بمبنى كامل. من الضّروري فهم ما هو الغرض من إعداد العائلة لمعرفة كيف ستتم عمليّة النمذجة وتجنّب الأعمال غير الضروريّة. في بيت المعدّات، تمّ تحديد العائلات الكافية، وتمّ إختيار أي الأبعاد ضمنها ستكون ضروريّة لجعلها بارامترية.
هذا يوفّر وقت النمذجة من خلال الإستفادة من عائلة النّوافذ نفسها، على سبيل المثال، في أكثر من حالة. بالإضافة للأبواب والنوافذ يمكن إنشاء عناصر كعائلات تفصيلية مثل جوانب السقف وتفاصيل الواجهة، الأدراج، الدرابزين، والأعمدة. يحتوي البيت على درجين داخليين، كل واحد تم تصميمه وفق نهج مخصّص. الدرج الذي يصل الطابق الأرضي مع الميزانين له بنية حديديّة وأرضيّة خشبيّة.
إنّها خاصّة جداً لأن لكل درجة ارتفاع أرضية مختلفة. مع ذلك، إذا اخترنا نمذجة الأدراج مع أدوات ريفيت المحليّة، سيقوم بإعطاء كل درجة نفس الإرتفاع وسننتهي مع فرق كبير في إرتفاع بعض الطّوابق والهبوط المركزي. لذلك، قرّر تقسيم الدّرج لقسمين، أوّل درجتين تملكان أرضية بارتفاع 17.75 سم والدرجة الثالثة بارتفاع 20 سم لتجنّب الإنحرافات المهمة. دعامات الأدراج أنشئت بشكل منفصل عنها، وبهذا يمكن السيطرة على موقعها تماماً.
ليس لدينا مشكلة مع الأدراج التي تربط بين القبو مع الطّابق الأرضي، وقد تمّ تصميم الدرابزين بإستخدام أداة في برنامج الريفيت مخصّصة لهذا الغرض، مع درابزين محلي وأعمدة درابزين تتبع النمط الحقيقي. إنّه سلّم معدني قياسي لم يظهر اختلافات بإرتفاع أرضيات درجاته. العنصر الأصعب نمذجة، هو الدرابزين لأنّ أعمدته تملك شكلاً مميزاً. في هذه الحالة، تمّ إنشاء عائلات مخصصّة للدرابزين. و لقد أظهرت كلتا الحالتين أن الحل ليس نفسه دائماً لكل المواقف.
من الضروري أحياناً تفكيك الشكل الهندسي لكي يتمّ نمذجته وإستخدام تقنيّات وأدوات عديدة للحصول على نموذج مثالي. إنّ عدم التوحيد/ الانتظام في الشكل الهندسي والعيوب الموجودة بالواقع، تعتبر نقاطاً يجب أخذها بعين الإعتبار ليكون القرار والنهج الذاتي الذي تمّ إختياره معتمداً بطريقة واعية. من الضّروري تنفيذ النمذجة بعناية مع الإنتباه لتفاصيل المبنى لكي يتطابق النّموذج مع شكل المبنى الواقعي بصرياً ولكي يلبّي احتياجات العميل.

2.2.3 الأتمة في إنشاء طبوغرافية الأرض.

يحتاج إنشاء عناصر المباني المعقدّة الى نمذجة بشكل دقيق وبالوقت المناسب. هذا الهدف، يدفع الباحثين بإتجاه البحث عن حلول مؤتمة في توليد بيانات BIM. خلال السّنوات الخمس الأخيرة، ازدادت المنشورات في أتمة BIM حتى 400% (229 ورقة بحثيّة من 2014 حتى 2019، و57 ورقة بحثيّة من 2009 حتى 2013، تمّ البحث عنها على SCOPUS بإستخدام الكلمات المفتاحيّة BIM و الأتمتة).
بكلّ الأحوال، هناك انفصال بين ممارسي الصّناعة والباحثين، وخصوصاً في المعايير التي توجّه تطبيق BIM في صناعة البناء [38,39].
هذا يؤثّر بشكل أساسي على تنفيذ/تكامل الأتمة على السّياقات/الظروف الحقيقيّة غير المنمذجة.
الأشكال المعقّدة، المورفولوجيا المتعدّدة ومتغيرات الطبوغرافيا تبقى جميعها حواجزاً لتوحيد الحلول في الّمذجة على BIM. بكل الأحوال، هنالك فرص كبيرة في حقيقة أن الزيادة في قدرات المعالجة، والمعرفة الجديدة في رؤية الرسم الجغرافيكي والحاسوب، ستجلب حلولاً موحدةً حقيقيةً في المستقبل القريب. في إطار أتمة BIM، حصلت نمذجة التّضاريس على اهتمام كبير ونفّذت تطوّرات علميّة بشكل فعّال في الحلول

التّجارية. الطّبوغرافيا حول مبنى الحالة الدراسيّة احتوى عدداً من التشوهات والميول، وحتى الآن مازالت النّمذجة اليدوية تعني عملاً مُجهداً وعدم دقّة.

لتجنّب الأخطاء وتوفير الوقت، تمّ تنزيل وإستخدام مكوّن إضافي على الريفيت يسمّى (Scan Terrain). يسمح هذا المكوّن بإنشاء سطح طبوغرافي من السحابة النقطيّة بشكل اوتوماتيكيّ. يستطيع المستخدمون تحديد حجم الحصيلة من خلال السحابة، و المسافة بين النقطتين اللتين تمّ إنشاؤهما وحد إرتفاع النّقاط التي ستكون على سطحها.

في هذه الحالة، يمكن إنشاء السطح الطّبوغرافي في ثوان، ولكن من الضّروري إجراء فحص بصري وتصحيحات لبعض النقاط التي قد تصمّم بشكل خاطئ. يمكن لخوارزميّة المكوّن (البلاغن) أن تحدّد السّطوح الأفقيّة وتجاهل العناصر الرأسية مثل الجدران والأثاث، لكن بعض العناصر مثل الدرجات، الأرضيّات، والمزروعات يمكن أن تختلط مع الطّبوغرافيا.

نقص الإنتظام في السحابة النقطيّة، وجود مناطق لم يتمّ إلتقاطها بشكل جيد عند المسح، والنباتات المتوسطة الإرتفاع كلّها عوامل تؤثّر على عمل المكوّن بشكل مناسب. لذلك، وللحصول على أفضل النتائج، يلزم إجراء تنظيف أولي للسحابة النقطيّة، وبعد إنشاء الطبوغرافيا، من الضروري إجراء تعديلات يدويّة. مع ذلك، هذه الطريقة مازالت تثبت أنها فعّالة في تقديم نموذج بجودة عالية ودقة وتوفّر من زمن النمذجة.

3.2.3. النتائج والمناقشة:

في نهاية عمليّة النمذجة هذه، تمّ الحصول على نموذج BIM بدقّة عالية (الشكل 11-13) مع درجة تفاصيل بين LOD 350/300 حسب الوثيقة G2020-2013-Project Building Information Modeling Protocol من AIA [40]، بالتالي دمجه مع منهجيّة عمليّة الترميم والاستمتاع بالفوائد التي يجلبها للمشروع. بالإضافة إلى أن التّموذج الأخير يضم كل العناصر المعماريّة، إنّه يحوي على عناصر، سقف، ودرجات إنشائيّة منمذجة. تمّ إنشاء عائلات بارامتريّة للأبواب والنّوافذ، ممّا يسمح بإستخدامها في مشاريع مماثلة، وفي نفس الوقت الحصول على مكتبة معتمدة.

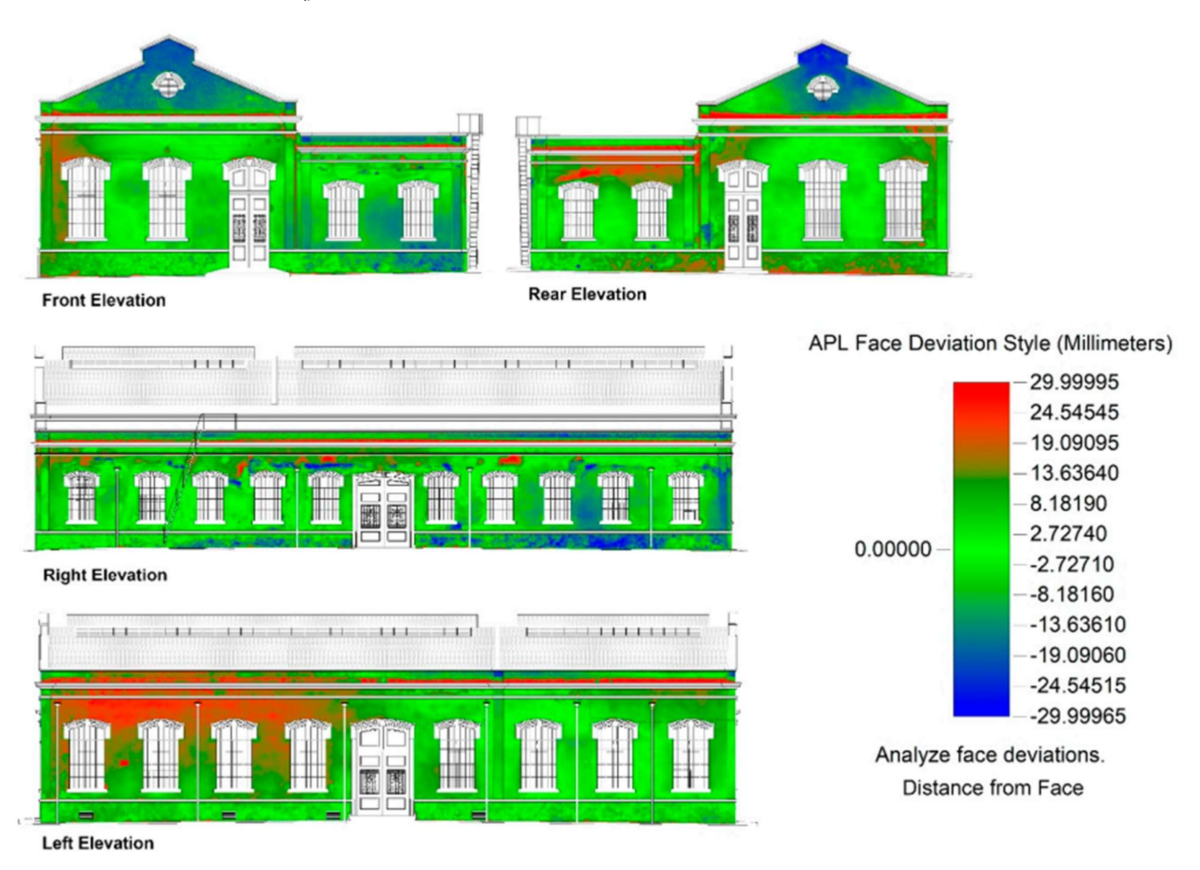
بالإضافة إلى نموذج HBIM، تم إنشاء مجموعة المخطّطات المكتملة مع مخطّط الطّابق الأرضي (الشكل 14)، المقاطع (الشكل 15)، والواجهات. عمليّة المسح إلى نمذجة معلومات البناء التاريخيّ، HBIM تثبت أنّها فعّالة جداً عند التّعامل مع المباني التاريخيّة، لأنها لا توفّر الوقت في مسح الموقع فحسب، بل أيضاً توفّر الوقت في المكتب عن طريق إستخدام برامج BIM لعمل ترميم ثلاثي الأبعاد للعمارة وكل المخطّطات التّقنية اللّازمة.

سير العمل المقترح (الشكل 16) (الجدول 1) يتألّف من إنشاء نموذج BIM جاهز لزيادة كميّة التّفاصيل عند الضّرورة بالمستقبل.

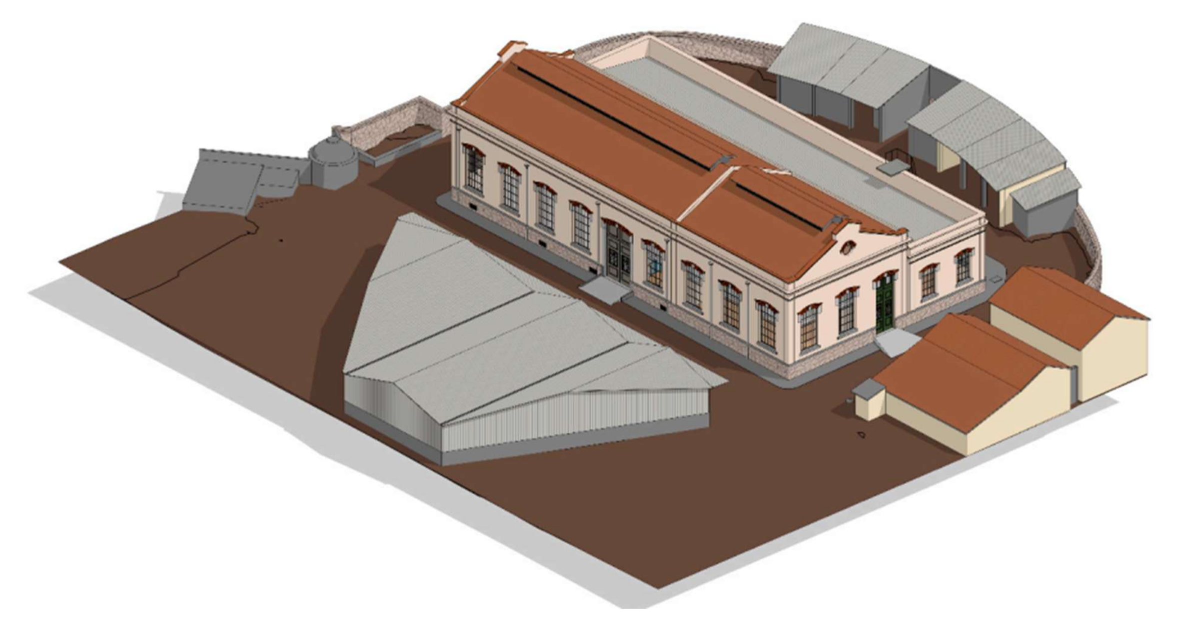
بعض العناصر تمّ نمذجتها بشكل مفصّل أكثر، تصل لدرجة LOD 350 (المفاصل، الأبواب، النّوافذ)، بينما عناصر أخرى بقيت لدرجة LOD 300 (الجدران والأرضيات). كان ذلك بسبب عدم إمكانيّة التحقق من المواد التي تشكّل جوهر بعض العناصر. لذلك، اقتصر نموذجها على الأبعاد، الحجم، الموضع، الإتجاه، ومواد التشطيبات لكن بدون دون تمييز طبقاتها الداخليّة.

يملك النّموذج النّهائي، بالإضافة إلى ترميم الشّكل الهندسي للمبنى، كل العناصر منظّمةً وفقاً لإستعمالها، مع مواد التشطيب الخاصة بها، والإنشائيّة والعناصر الدّاعمة عند الإمكان. لذلك فإن نموذج BIM ليس

ثابتاً، إن مستوى LOD يمكن زيادته من خلال تحديث المعلومات الهندسيّة وغير الهندسيّة (مثل خصائص الأداء الفيزيائيّة والماديّة، التكلفة، التّصنيع، الشّركات المصنّعة وغيرها) في أي وقت.



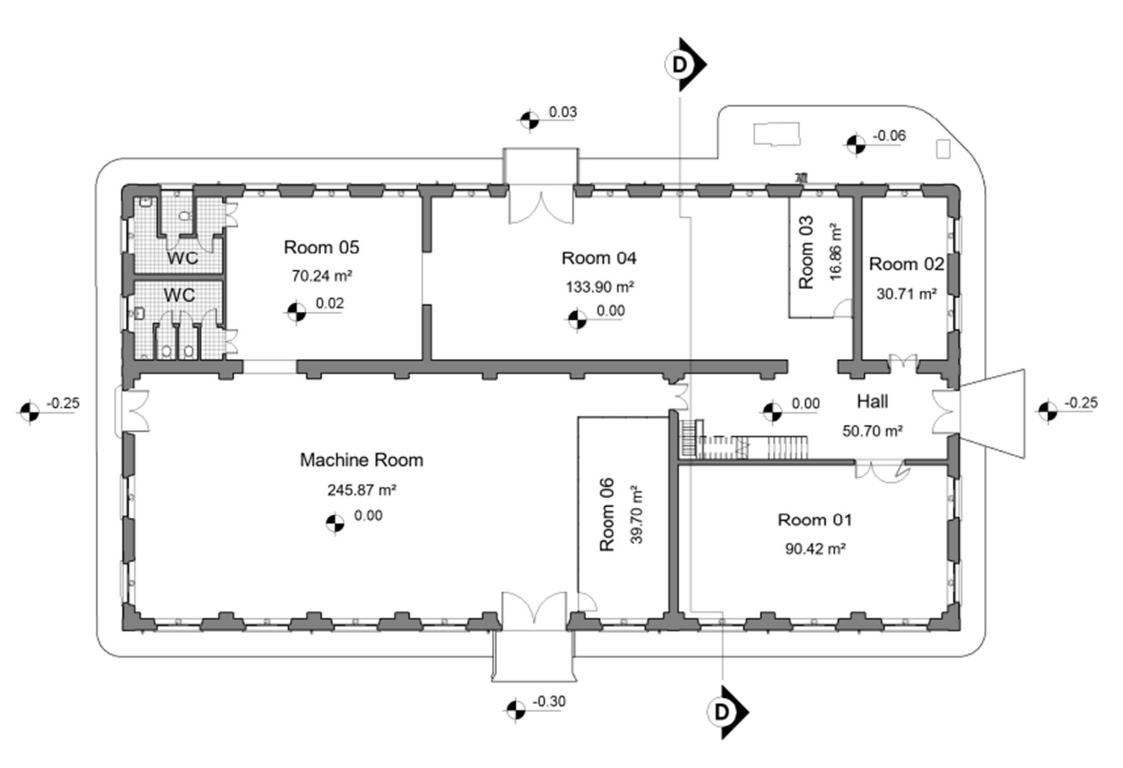
الشكل 11. الانحرافات/الفروقات في الواجهة على الجدران الخارجيّة بإستخدام Autodesk Point Layout



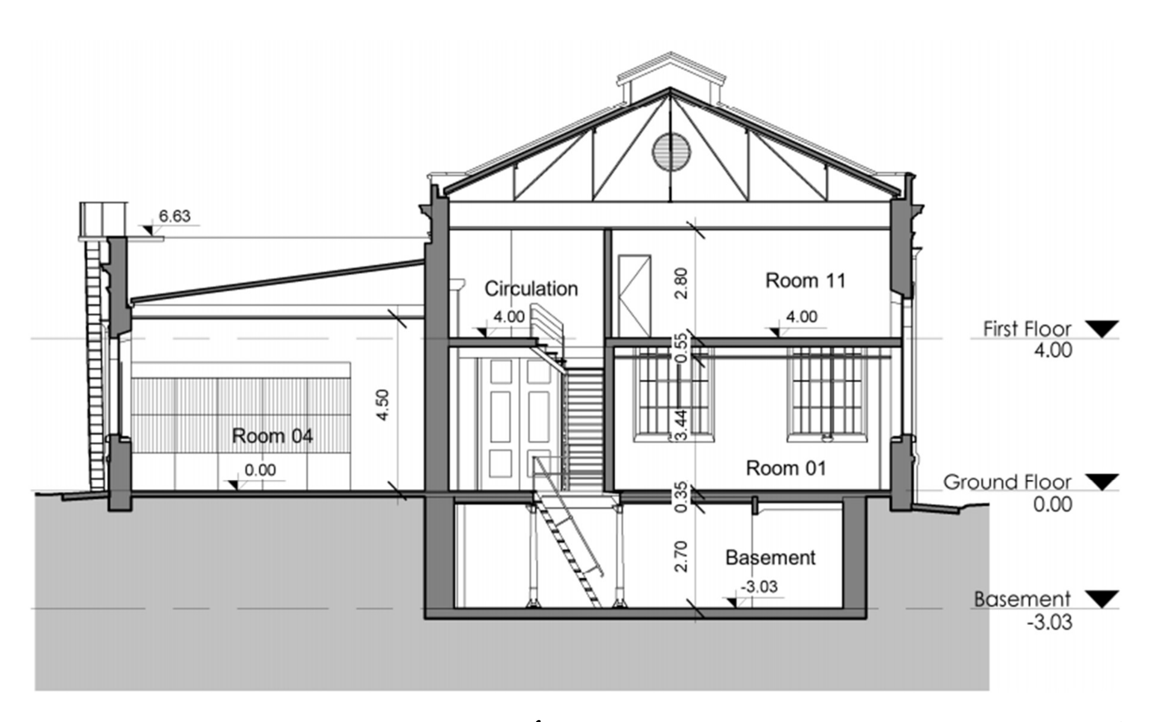
الشكل 12. النّموذج النهائيّ مع الأبنية المجاورة



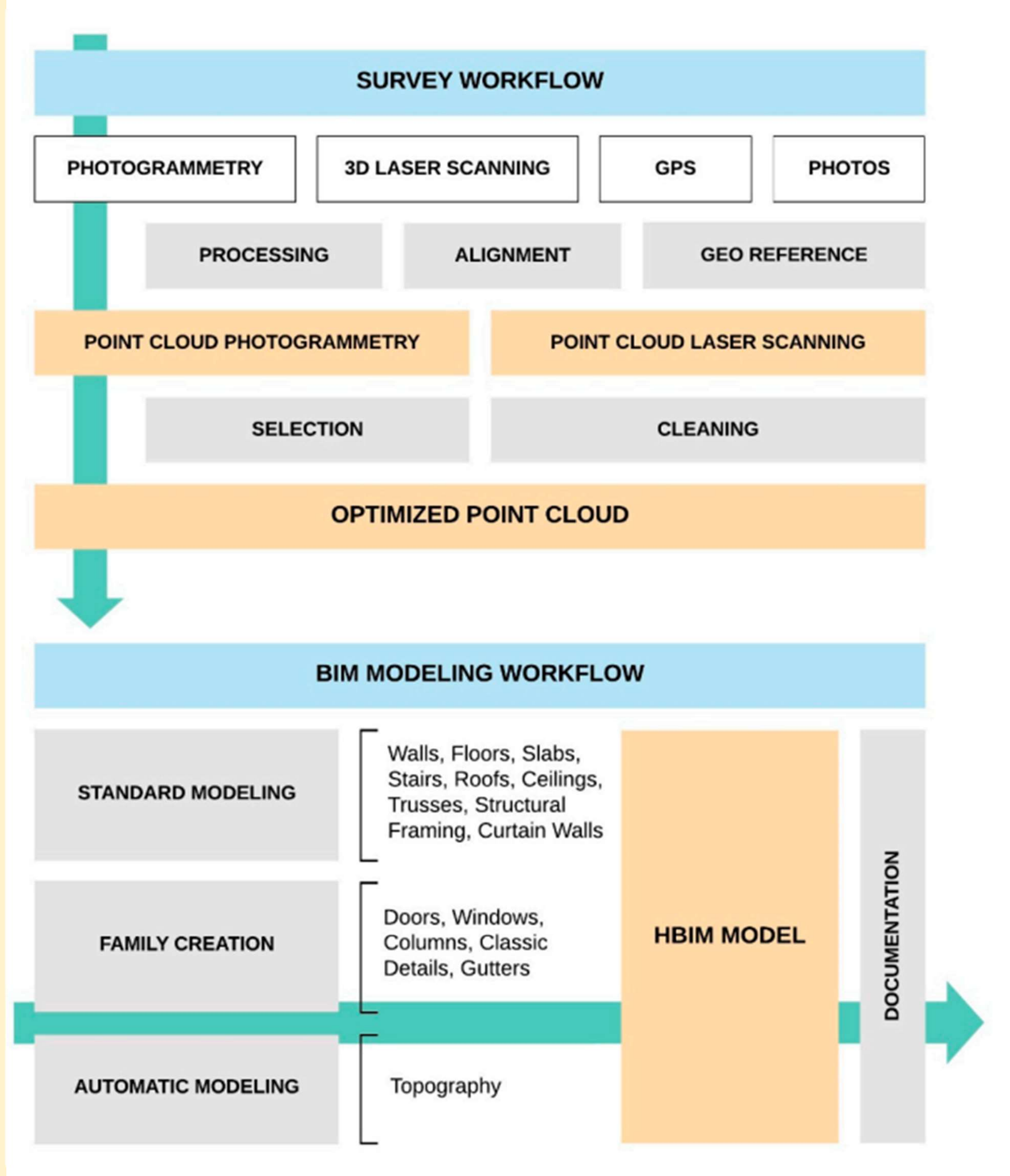
الشكل 13. مقطع ثلاثي الأبعاد يوضّح كل مستويات المبنى وإنشائيّة السّقف.



الشكل 14. مخطط الطابق الأرضي.



الشكل 15. مقطع عرضي يوضح المستويات مناسيب، الأدراج، ودعامات الجملون في السقف.



الشكل 16. سير عمل المسح إلى BIM

مع إنتشار وتطبيق هذه المنهجيّة، من الممكن في وقت لاحق إكتشاف نقاط محددة أخرى من العمليّة، مثل تحسين نمذجة عناصر مبنى آخر. إلى جانب ذلك، هناك إمكانيّة توسّع كبيرة عند العمل مع فريق متعدّد الاختصاصات للوصل الواسع بين منهجيّة BIM مع المشاريع التّراثيّة. يبقى المسح إلى BIM غالباً، عملية يدويّة تستهلك الكثير من الوقت والجهد من المستخدمين. الحاجة إلى العمل اليدوي ترجع إلى كميّة البيانات الضخمة الواجب إدارتها، الصعوبات والتحديّات لإعادة بناء الأجزاء غير الظاهرة من المبنى، ونقص المعلومات الدلاليّة في السّحابة النقطيّة [25]. لقد كانت أتمة تحسين النّمذجة موضوع بحث متكرّر حقق تقدّماً قليلاً إلى الآن.

إحدى التحديات هو تعدّد أنماط المباني المبنية المتعددة بشكل يتعارض مع متطلبات الطّرق العالميّة التي تتوافق مع هذه الأنماط. تحدّي آخر، هو الغموض والأخطاء في البيانات المجمّعة [41,42]. أحد النّقاط الممكنة لإجراء تجارب الأتمتة هي الجدران، كونها تملك بارامترات قليلة وإختلافات قليلة بأشكالها [25,43,44]. من الممكن أيضاً التّفكير في مناهج التوليد التلقائي للأشكال الهندسيّة الأكثر تعقيداً مثل تفاصيل الواجهات، الزخارف، والعقود [2]، لأن إنشاء نماذج بالعمليّات اليدويّة بهذه الحالات، أمر متعب جداً.

4. النتائج:

قدّم إستخدام تقنيات المساحة الضوئية والمسح الليزري الأرضي ثلاثي الأبعاد مساهمة قيّمة في مجال المسح المعماري، الإنشاء، الحفظ والترميم. إمكانية تسجيل الوضع الرّاهن للمباني المشيّدة بتقنيّات فعّالة وسريعة، و فوق كل ذلك بدرجة عالية من الدّقة والإنضباط، تُتيح إجراء دراسات كاملة، وتدخّلات أكثر دقة، وسِجل موثوق للمبنى بحالته الأصيلة. من الضّروري إستخدام المناهج الحديثة لإعادة البناء ثلاثي الأبعاد لإكتشاف إمكانيات الدّراسة الكاملة.

منهجية BIM تسمح بالوصول إلى تصميم معلومات لا يمكن الوصول لها من خلال برنامج أوتوكاد، مثل الحصول على نموذج ثلاثي الأبعاد للمبنى بكامله مع معلومات وسِمات مضمّنة، والتي يمكن إستخراجها على شكل بيانات لتحليلها في عمليات لاحقة.

إستخدام منهجيّة نمذجة منظّمة وعمليّة، يسمح بأن يتم إعادة بناء النّموذج بسرعة وفعاليّة أكبر. تعتبر الكفاءة في الأدوات المتاحة في البرامج المعتمدة ضروريّة للتّأكيد على جودة النّموذج والحلول العمليّة للمشاكل المعقّدة.

إنشاء نموذج HBIM من عمليّات المسح إلى BIM يسمح بالإندماج بين المباني ضمن سير عمل لأبحاث تتعلّق بالتاريخ وتجعل من الممكن الإستفادة من كل الفوائد التي يقدّمها BIM.

خبرة الشخص العامل أساسيّة في كل المراحل. إنّ إستخدام أدوات المساحة الضوئيّة والمسح اللّيزري يتطلّب معرفة كبيرة لتجنّب أخطاء المبتدئين، ويمكن أن يجعل مطابقة البيانات والسّحابة النقطية مستحيلة. تحويل السحابة النقطيّة إلى نموذج BIM يتطلّب درجة عالية من الخبرات في البرامج، بالإضافة للمعرفة لتقنيات العمارة والبناء. المعماريين، والمهندسين، وتقنيِّي البناء، يملكون معرفةً معمقةً بهذه المواضيع، ممّا يسمح لهم بإنشاء نماذج متناسقة مع درجة التفصيل المطلوبة. إن ذلك يكون أكثر أهمية عندما يتعلّق الأمر بنماذج ستندمج مع منهجيّة BIM، ولنماذج ثلاثية الأبعاد التي لا تتوافق مع متطلبات BIM، حتى لو إستخدمت ببرمجيات BIM، يمكن أن يعرّض العمليّة بأكملها للخطر.

هذه الدّراسة تقدّم سير عمل أساسي للنمذجة، والذي يحدث غالباً بشكل يدوي. العمليات الأتوماتيكية التي إستخدمت لإعادة البناء ثلاثيّة الأبعاد للسطح الطبوغرافي. نموذج BIM يملك عناصراً ذات أنماط متعددة، لكل واحدة منها، وهناك طريقة مختلفة بالعمل لكل واحد منها.
للدراسات المستقبليّة، من المثير للإهتمام إكتشاف طرق أخرى لتبسيط عمليّة النمذجة من خلال طرق أوتوماتيكيّة أو شبة أوتوماتيكيّة، وتحديد أيّ من العناصر يحتاج أيّاً من الحلول، وكيف يمكن إشراك برمجيّات وكائنات أخرى بسير عمل نمذجة معلومات البناء التّاريخيّ HBIM. ومن المثير للإهتمام أيضا لدراسة واختبار مناهج نمذجة جديدةً مطبّقة على مباني أخرى من فترات زمنيّة مختلفة ومع أنماط TYPOLOGY مختلفة.
جانب آخر مهم هو زيادة دراسات إنشاء عائلات بارامترية، خصوصاً الأبواب والنّوافذ، لتلبية متطلّبات النّمذجة للمباني التاريخيّة. حالياً مكتبات العائلات تفتقر إلى العناصر التي تُلائِم نمذجة معلومات البناء التاريخي HBIM. إنّ امتلاك عائلات بارامترية يُمكّنُها التكيّف بسرعة مع الحالات الحقيقيّة سيُساهم بشكل إيجابي للعمليّة بأكملها.

تم ترجمته من

A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings
Gustavo Rocha *,y, Luís Mateus y , Jorge Fernández y and Victor Ferreira y
CIAUD, Lisbon School of Architecture, University of Lisbon, 1349-063 Lisbon, Portugal;
lmmateus@fa.ulisboa.pt (L.M.); jorgefernandez@fa.ulisboa.pt (J.F.); victor@fa.ulisboa.pt (V.F.)
* Correspondence: gustavorocha@fa.ulisboa.pt
y These authors contributed equally to this work.

بيم أرابيا

العددالأربعون

40

مجلة هندسية متخصصة في مجال النمذجة المتكاملة للمباني

Istanbul Grand Airport